CONGRÈS SUCRIER 1958

# REVUE AGRICOLE ET SUCRIERE DE L'ILE MAURICE

VOL. 37 - JUILLET - DÉCEMBRE 1958 NOS. 4, 5 & 6

16 MAR 19

# REVUE
# AGRICOLE ET SUCRIÈRE
# DE
# L'ÎLE MAURICE

---

## CONGRÈS
## SUCRIER
## 1958

---

VOL. 37 NOS. 4, 5 & 6 JUILLET-DÉCEMBRE 1958

# SOMMAIRE


| | | Pages |
|---|---|---|
| Editorial .. ... ... ... | | 181 |
| Congrès sucrier 1958 ... ... ... | | 182 |
| Séance d'ouverture ... ... ... | | 184 |
| Le problème des variétés de cannes à Maurice ... | P. O. Wiehe | 194 |
| Besoins quantitatifs de la canne en azote d'après le diagnostic foliaire ... ... ... | Pierre Halais | 202 |
| A review of phosphatic fertilization in Mauritius ... | D. H. Parish & S. M. Feillafe | 207 |
| Critère et formule de comparaison entre champs, parcelles, variétés ou traitements de cannes ... | Emile Hugot | 212 |
| Etude comparée de l'économie du transport des cannes à Maurice ... ... ... ... | Francis North-Coombes | 217 |
| A summary of entomological and related problems of sugarcane in Mauritius ... ... ... | J. R. Williams | 229 |
| The effects of heat treatment on the germination of sugar cane setts ... ... ... ... | G. M. Thomson | 235 |
| Resistance of sugarcane varieties to cyclones ... | A. de Sornay | 241 |
| L'expérimentation aux champs à l'Institut de Recherches Sucrières ... ... ... | Guy Rouillard | 252 |
| Observations on the chemical control of chiendent (*Cynodon dactylon*) and Herbe Mackaye (*Phalaris arundinacea*). ... ... ... | E. Rochecouste | 259 |
| Some notes on clarification under South African conditions ... ... ... ... | P. N. Boyes | 265 |
| Quelques notes sur le raffinage du sucre ... ... | Rene Noel | 271 |
| Elements of efficient pan boiling ... ... | Roger Bax | 277 |
| Epuration de l'égout B par centrifugation rapide ... | Jean Halais | 286 |
| La régulation automatique de l'alimentation des moulins. | Maxime Riviere | 291 |
| Les coussinets de moulins ... ... ... | J. Maurice Paturau | 298 |
| Le travail du shredder ... ... ... | Jean Raffray | 316 |
| Some notes about milling in Natal .. ... | A. Van Hengel | 321 |
| L'influence de l'entartrage sur le cœfficient de transmission de chaleur des réchauffeurs ... ... | T. Maigrot | 327 |
| Quelques aspects du contrôle chimique en sucrerie ... | J. R. Leclezio | 332 |
| Some notes on the gradual expansion of a milling tandem | Lindsay Lincoln | 342 |
| Adaptation d'une usine à la vapeur surchauffée ... | Felix Adam | 346 |
| Quelques notes sur le contrôle des eaux de générateurs .. | J. C. de Fontenay | 348 |
| Quality of boiler feed water ... ... ... | Raymond Raffray | 351 |
| Power factor in industry ... ... ... | Roland Hardy | 356 |
| Séance de clôture ... ... ... | | 364 |

## Conseil d'Administration

*Délégués de la Société de Technologie Agricole et Sucrière de Maurice :*

MM. P. E. Bouvet
J. P. Lamusse
A. Leclézio ✠ (Trésorier)
V. Olivier (Secrétaire)

*Délégués de la Chambre d'Agriculture :*

M. A. Harel
M. A. Wiehe (Président)

*Délégué de Services Agricoles :*

M. G. A. North Coombes, O.B.E.

*Délégués du Mauritius Sugar Industry Research Institute*

Dr. P. O. Wiehe, C.B.E.

*Rédacteur-en-Chef :*

M. G. A. North Coombes, O.B.E.

Les manuscrits doivent parvenir au rédacteur, à son adresse, Vacoas, au moins *deux mois avant* la date de publication.

**Lorsque les articles sont accompagnés de schémas, ceux-ci doivent être autant que possible du même format que la revue (18 x 25 cm. ou 7 x 10 pouces) ou occuper une page pouvant être pliée dans un sens seulement.**

**La rédaction accueillera avec reconnaissance des illustrations appropriées au texte de tout article ou mémoire ; les photographies devront autant que possible avoir les dimensions suivantes : 9 x 14 cm. ou 3 1/2 x 5 1/2 pouces et être faites sur papier glacé.**

### ABONNEMENTS

**Les demandes d'abonnement doivent être adressées au Trésorier, c/o Forges Tardieu Ltd, Route Nicolay, Port Louis :**

**Pour l'Ile Maurice . . . . Rs. 15 par an.**
**Pour l'Etranger . . . . . Rs. 18 par an.**

The General Printing & Stationery Company Limited
*23, Rue Sir William Newton*
PORT LOUIS

1958

GROUPE DE PERSONNES ASSISTANT AU CONGRÈS SUCRIER 1958

1. P. Ducler des Rauches 2. L. Mein 3. R. Pilot 4. P. E. Espitalier-Noël 5. J. Espitalier-Noël 6. A. Valasois 7. L. Daruty de Grandpré 8. P. Tennant 9. S. Raffray 10. N. Sargent (S. Africa) 11. B. Blake (S. Africa) 12. E. Hugot (Réunion) 13. E. Bouvet 14. Dr P. O. Wiehe 15. P. N. Boyes 16. L. Baissac 17. M. Rivière (Réunion) 18. A. Wiehe 19. M. Pottgeiter (S. Africa) 20. P. C. Brett (S. Africa) 21. G. Thompson (S. Africa) 22. A. Van Hengel (S. Africa) 23. G. Mazery 24. E. Rochecouste 25. J. C. de Fontenay 26. H. Barat (Madagascar) 27. E. de Fleurieu 28. M. Hoarau (Réunion) 29. M. Leclézio 30. J. P. Lamusse 31. M. Mamet 32. M. Seeyave 33. R. Raffray 34. M. Paturau 35. R. Leclézio 36. [illegible] 37. F. Leclézio 38. Y. de Spéville 39. D. Hardy 40. C. Courtois 41. O. Davidsen jr. 42. A. Tennant 43. P. d'Arifat 44. J. Halais 45. J. P. Langlois 46. R. d'Argent 47. E. F. George 48. J. R. Williams 49. F. N. Coombes 50. C. de Guardia 51. A. Vaudin 52. R. Hardy 53. F. Robert 54. V. Olivier 55. R. de Robillard 56. A. Chateau 57. P. Halais 58. J. Drouin 59. R. Motet 60. G. Harel 61. G. Margeot 62. O. Davidsen 63. M. Masson 64. S. M. Feillafe 65. K. Jubeau 66. R. Bax 67. C. Bourgault 68. A. Lagesse 69. F. Giraud 70. G. Avice 70. C. Rey 71. A. Harel 72. P. Daruty 73. G. Loyseau 74. L. Ross 75. L. Lincoln 76. P. Rouvière 77. C. Ricard 78. M. Randabel 79. R. Bax jr. 80. C. Thévenau 81. R. Béchet 82. A. Mayer 83. A. Carles 84. J. Leclézio 85. A. de Sornay 86. C. Noël 87. R. Avice 88. F. Double 89. C. Couve 90. G. Rouillard 91. P. Merven 92. J. Motet 93. R. Rivalland 94. S. N. Coombes 95. R. Mamet 96. F. Keisler 97. G. Hardy 98. M. Mamet 99. M. Reschel 100. P. Vythilingum 101. F. Mayer 102. E. Lesur 103. N. Daruty jr. 104. D. H. Parish 105. A. Wiehe 106. E. Piat 107. P. Coombes 108. M. Lemaire 109. D. Reetoo 110. H. Broch 111. B. Nundloll.

## Conseil d'Administration

*Délégués de la Société de Technologie Agricole [illegible] de Maurice :*

MM. P. E. Bouvet
J. P. Lamusse
A. Leclézio ✠ (Trésorier)
V. Olivier (Secrétaire)

*Délégués de la Chambre d'Agriculture :*

M. A. [illegible]
M. A. [illegible] (Président)

*Délégué de Sommes Agricoles :*

M. G. A. [illegible] Coombes, O.

*Délégué de [illegible] Sugar Industry Research Institute*

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] adresse, [illegible]

[illegible] que [illegible] une page [illegible]

[illegible] au texte de tout [illegible] les dimensions [illegible]

[illegible]

[illegible], c/o Forges Tardieu Ltd, [illegible]

[illegible] par an.
[illegible] par an.



[illegible] Printing & Stationery Company Limited
*[illegible] Sir William Newton*
PORT LOUIS

1958

GROUPE DE PERSONNES ASSISTANT AU CONGRÈS SUCRIER 1958

1. P. Ducler des Rauches 2. L. Hein 3. R. Pilot 4. P. E. Espitalier-Noël 5. J. Espitalier-Noël 6. A. Valasois 7. L. Daruty de Grandpré 8. P. Tennant 9. S. Raffray 10. N. Sargent (S. Africa) 11. B. Blake (S. Africa) 12. E. Hugot (Réunion) 13. E. Bouvet 14. Dr P. O. Wiehe 15. P. N. Boyes 16. L. Baissac 17. M. Rivière (Réunion) 18. A. Wiehe 19. M. Pottgeiter (S. Africa) 20. P. C. Brett (S. Africa) 21. G. Thompson (S. Africa) 22. A. Van Hengel (S. Africa) 23. G. Mazery 24. E. Rochecouste 25. J. C. de Fontenay 26. H. Barat (Madagascar) 27. E. de Fleuriot 28. M. Hoarau (Réunion) 29. M. Leclézio 30. J. P. Lamusse 31. M. Mamet 32. M. Seeyave 33. R. Raffray 34. M. Paturau 35. R. Leclézio 36. C. Besson 37. F. Leclézio 38. Y. de Spéville 39. D. Hardy 40. C. Courtois 41. O. Davidsen jr. 42. A. Tennant 43. P. d'Arifat 44. J. Halais 45. J. P. Langlois 46. R. d'Argent 47. E. F. George 48. J. R. Williams 49. F. N. Coombes 50. C. de Guardia 51. A. Vaudin 52. R. Hardy 53. F. Robert 54. V. Olivier 55. R. de Robillard 56. A. Chasteau 57. P. Halais 58. J. Drouin 59. R. Motet 60. G. Harel 61 G. Margeot 62. O. Davidsen 63. M. Masson 64. S. M. Feillafé 65. K. Juhoor 66. R. Bax 67. C. Bourgault 68. A. Lagesse 69. F. Giraud 70. G. Avice 70. C. Rey 71. A. Harel 72. P. Daruty 73. G. Loyseau 74. L. Ross 75. L. Lincoln 76. P. Rountree 77. C. Ricaud 78. M. Randabel 79. R. Bax jr. 80. C. Thévenau 81. R. Béchet 82. A. Mayer 83. A. Carles 84. J. Leclézio 85. A. de Sornay 86. C. Noël 87. R. Avice 88. E. Doublé 89. C. Couve 90. G. Rouillard 91. P. Merven 92. J. Motet 93. R. Rivalland 94. S. N. Coombes 95. R. Mamet 96. F. Keisler 97. G. Hardy 98. M. Mamet 99. M. Baschet 100. P. Vythilingum 101. F. Mayer 102. E. Lesur 103. N. Daruty jr. 104. D. H. Parish 105. A. Wiehe 106. E. Piat 107. P. Coombes 108. M. Lemaire 109. D. Reetoo 110. H. Broch 111. B. Nundloll.

# ÉDITORIAL

Le Congrès des Technologistes de l'Industrie Sucrière Mauricienne, le premier de ce genre, organisé par la *Société de Technologie Agricole et Sucrière de l'Ile Maurice* avec le précieux concours de l'Institut de Recherches Sucrières, s'est tenu au siège de l'Institut de Recherches, au Réduit, du 16 au 21 juin dernier. Ainsi que nous le disions dans notre précédent numéro, ce congrès, auquel avaient été invités des représentants de la Réunion, de Madagascar et de l'Union Sud-Africaine, a été un éclatant succès, tant par la qualité des communications, dont certaines dépassaient largement le cadre local et retiendront sans nul doute l'attention des technologistes sucriers des autres pays producteurs de sucre de canne, que par le nombre allant de 100 à 250 de ceux qui prirent part journellement aux délibérations.

Sur les instances de la Société de Technologie dont la *Revue Agricole et Sucrière* est l'organe officiel, le Conseil d'Administration de la Revue Agricole a décidé de consacrer ses numéros de Juillet-Août, Septembre-Octobre et Novembre-Décembre réunis à la publication exclusive des comptes-rendus du congrès. Faute de place, les discussions qui suivirent la présentation de chaque conférence ne peuvent cependant être reproduites. Le comité organisateur — qui se composait du Docteur P. O. Wiehe, C.B.E., Président, et de MM. Ernest Bouvet, Maurice Paturau, D.F.C., Officier de la Légion d'Honneur, René Leclézio et Jean-Pierre Lamusse, Secrétaire — s'est chargé de les faire parvenir sous forme polycopiée aux membres de la Société de Technologie ainsi qu'aux autres techniciens qui prirent part au congrès.

Signalons avant de terminer cette brève note que, par une heureuse initiative du comité organisateur, les maisons de commerce spécialisées avaient accepté d'exposer dans la cour de l'Institut de Recherches des machines agricoles et divers produits d'importation. Cette exposition eut aussi un succès remarquable et il est à souhaiter qu'elle soit répétée à l'avenir dans des occasions semblables.

L'intérêt qu'a suscité le congrès sucrier parmi les membres de la Société de Technologie et l'encouragement qu'il a apporté aux organisateurs sont d'heureux présages pour le jour où se tiendra dans le cadre enchanteur de l'île Maurice un congrès de technologistes sucriers à l'échelle internationale.

NOTE.— Nous avions pensé pouvoir faire tenir ces comptes-rendus en deux numéros combinés. C'est pourquoi en tête des pages on lira : "VOL. 37 — JUILLET - OCTOBRE Nos. 4 et 5". Ce cadre cependant a été dépassé et pour des raisons d'ordre technique il n'a pas été possible de modifier les en-têtes le tirage ayant dû être fait au fur et à mesure de l'impression.

# SOCIÉTÉ DE TECHNOLOGIE AGRICOLE ET SUCRIÈRE DE L'ILE MAURICE

## CONGRÈS SUCRIER 1958

*PROGRAMME*

*Lundi 16 Juin*

9.30 a m. — Séance d'ouverture.

11.00 a.m. — P. O. WIEHE : Le problème des variétés de cannes à Maurice.

— P. HALAIS : Besoins quantitatifs de la canne en azote d'après le diagnostic foliaire.

1.45 p.m. — D. H. PARISH & S. M. FEILLAFÉ : A review of phosphatic fertilization in Mauritius.

6.00 p.m. — Cocktail offert par la M. S. P. A. à Bel Ombre.

*Mardi 17 Juin*

9.00 a.m. — Visite du Centre d'irrigation de Palmyre.

1.45 p.m. — P. N. BOYES : Some notes on clarification under South African conditions.

— R. NOEL : Quelques notions sur le raffinage du sucre.

— R. BAX : Elements of efficient pan boiling.

— J. HALAIS : Epuration de l'égout ' B ' par centrifugation rapide.

*Mercredi 18 Juin*

9.30 a.m. — M. RIVIÈRE : La régulation automatique de l'alimentation des moulins.

— M. PATURAU : Les coussinets de moulins.

— J. RAFFRAY : Le travail du shredder.

— A. VAN HENGEL : Some notes about miling in Natal.

— T. MAIGROT : L'influence de l'entartrage sur le cœfficient de transfert de chaleur des réchauffeurs.

2.00 p.m. — E. HUGOT : Critère et formule de comparaison entre champs, parcelles, variétés ou traitements de cannes.

— F. NORTH COOMBES : Etude comparée de l'économie du transport des cannes à Maurice.

— J. R. WILLIAMS : A résumé of entomological and related problems of sugar cane in Mauritius.

6.30 p.m. — Cocktail offert par les Maisons de Commerce importatrices d'équipement sucrier.

*Jeudi 19 Juin*

10.00 a.m. — Visite de la Plaine des Roches et de l'usine de Mon Loisir.

12.30 p.m. — Déjeuner au Jardin des Pamplemousses offert par la Société de Technologie.

2.00 p.m. — Visite de la Station Expérimentale de la M. S. I. R. I. à Pamplemousses.

*Vendredi 20 Juin*

9.30 a.m. — R. LECLÉZIO : Quelques aspects du contrôle chimique en sucrerie.

— L. LINCOLN : Some notes on the gradual expansion of a milling tandem.

— F. ADAM : Adaptation d'une usine à la vapeur surchauffée.

— J. C. DE FONTENAY : Quelques notes sur le contrôle des eaux de générateur.

— R. RAFFRAY : Quality of boiler feed water.

— R. HARDY : Power factor in industry.

1.30 p.m. — G. M. THOMSON : The effect of heat treatment on the germination of sugar cane setts.

2.30 p.m. — Visite au Centre de traitement de boutures de Belle Rive.

*Samedi 21 Juin*

9.30 a.m. — A. DE SORNAY : Resistance of sugarcane varieties to cyclones.

— G. ROUILLARD : Expérimentation aux champs à l'Institut de Recherches Sucrières.

— E. ROCHECOUSTE : Observations on the chemical control of chiendent *(Cynodon dactylon)* and Herbe Mackaye *(Phalaris arundinacea)*.

— Séance de clôture.

8.00 p.m. — Dîner au Collège d'Agriculture.

# SÉANCE D'OUVERTURE

## I. DISCOURS DE M. L. H. GARTHWAITE

Président de la Chambre d'Agriculture

Mr. President,

Mr. Minister for Agriculture,

Mr. Director of Agriculture,

Gentlemen.

This is a memorable day in the annals of the Mauritius Sugar Industry marking, as it does, the first occasion in its long history that it has held its own Technologists' Congress.

Although I regard it, Mr. President, as a particular privilege and pleasure that the honour of being invited to open it should devolve on me, I cannot resist the reflection that I am perhaps here under false pretences as when first you asked me to come along to give a short inaugural address, I had no idea that I was to be brought face to face with such an imposing array of technologists. It is perhaps a subject on which at some later time and in other circumstances, I may have to have a private word with you. Now, here am I, Gentlemen, neither a scientist, nor an engineer, nor even in the widest sense of the word, a technologist, being asked to tread a path which is right off my beaten track.

I have been endeavouring to think of a subject on which I might venture to address you, and having in mind what I have already said about my own limitations and feeling sure that your President will deal most adequately with technological matters, I have thought it would perhaps be appropriate for me to give a brief factual review of the history of sugar production in Mauritius.

Before embarking on this, however, I think it is proper, at the outset, that I should offer hearty congratulations to the organisers of this gathering and I feel sure, at the risk of embarassing him, that it is in no small measure due to the efficient keenness of your President himself, aided by the willing and effective cooperation of his collaborators, that the idea of holding a technological congress, has at last been brought to fruition.

History tells us that the sugar cane was first introduced to Mauritius by Dutch colonisers in 1639 and that there were in fact two sugar mills subsequently in operation, one in Flacq and the other in Grand Port. It would appear however that due to several causes, some of which are surmised and others are historical facts, the industry did not prosper ; this was no doubt one of the reasons which caused the Dutch settlers to abandon the island and to turn their attention to what to them appeared to be more promising outlets for their talent of discovery and colonisation.

1. — Séance d'ouverture.

2. — Intervalle entre les conférences.

3. — Exposition de matériel agricole.

4. — Visite à la Plaine des Roches.
(Mon Loisir S. E.)

After a considerable lapse of time the sugar industry was re-born due largely to the dynamic enterprise and foresight of that truly remarkable administrator during the early years of the period of French colonisation, Mahé de Labourdonnais.

It was he who persuaded the colonisers to plant sugar cane, and encouraged the construction of two sugar mills in the island in 1743. The industry prospered to an extent that by 1755 the production of sugar was sufficient to satisfy not only the needs of the populations of Mauritius and Réunion — then known respectively as Isle de France and Bourbon — but to victual the many sailing ships which at the time made Mauritius a port of call. However, it eventually suffered from the many and severe vicissitudes associated with tropical agriculture — cyclones, insect pests and cane diseases ; it faltered, and it was not until the turn of the century that it again showed signs of real recovery.

In 1800, 10,000 arpents were planted under cane and 60 mills produced between them 3,000 tons of sugar. Not a very satisfactory yield by the standards which we have now reached and are aiming at, but it was a real beginning and from that time the industry never faded out entirely, although on one or two occasions it came near to extinction.

Towards the end of the period of French occupation of the island, the area planted in cane was considerably reduced, but from 1810 onwards there was a resurgence of development and from a production in 1812 of 484 tons, it reached 10,800 tons in 1825. With varying fortunes in the interim period, it had attained about 60,000 tons by 1850, 102,000 tons 25 years later and in 1900 the output was 190,000 tons, this despite the fact that during a 30-year period from 1860 to 1890, practically no production progress had been achieved.

Dwelling for a moment on this period of nearly 100 years, it is of interest to note that the area cultivated in cane increased — at times very slowly — from 9,000 arpents around 1812 to 123,000 arpents in 1900.

Records are scarce concerning yields of cane per arpent in this same period, but remembering that as recently as 1915/1935 the average yield of estates with factories was only slightly in excess of 20 tons, the yields in earlier years must have been absurdly low by comparison with to day's standards. By the same token, sugar per arpent must have been of an order which nowadays would make one shudder when bearing in mind that even between the comparatively recent years 1912 to 1931, the figure never exceeded 2 tons.

During the same period, 1812 to 1900, the number of operating mills ranged between about 100 in 1812 to a maximum of 259 in 1858, decreasing once again to about 100 at the turn of the century. As regards the work of these mills, records indicate that while the figure of sugar extracted per cent cane was as low as 5 o/o in the early part of the period under review, it improved to nearly 10 o/o by 1900.

It was from 1900 onwards that the growth of the industry first became

marked. This was largely due to technological progress both in field and factory and while there were numerous interim fluctuations in island output, due primarily to unfavourable seasons, production had in 1909 reached 246,000 tons. There then followed a period of 28 years when it hovered between a minimum figure of 164,000 tons and a maximum of 298,000, and it was not in fact uutil 1937 that the 300,000 ton milestone was passed for the first time. The 1939/45 war inevitably slowed down the process of production growth and it was only in 1947 with a record output of nearly 348,000 tons that the island began to get into its stride again. In 1949 the 400,000 ton mark was topped. Research was beginning to take giant strides and production benefited, so that only 4 years later in 1953 the 500,000 ton mark was behind us. Our own technologists and those from all over the sugar producing world continued with their good work ranging from devising ways and means of transforming boulder-strewn waste land into arable fields, to extracting the maximum of sugar from molasses, that last by-product to leave the factory, and in 1956, 572,000 tons of sugar were produced.

I am not here, Gentlemen, for the purpose, and it is probably not my duty, to eulogise the technologists and those who have implemented the research work carried out by them, but I take special pride in the fact that between 1937 and 1956 with the intervening difficult times occasioned by a world war, Mauritius succeeded in increasing its production — for the most part in terms of raw sugar — from 312,000 to 572,000 tons.

At the risk of burdening you with too many statistics, may I add that between 1900 and 1957 the area planted in cane rose from 127,000 arpents to 182,000 arpents. The general average of cane tonnage per arpent increased from an overall of 16 tons as recently as 1920, to a peak of 26.3 tons in 1956 and of a sugar tonnage per arpent from 1.72 tons to 3.4 tons The number of operating mills in 1922 was 52 and this was reduced by 1957 to 26, their average extractions of commercial sugar per cent cane being respectively 10.58% and 12.93%.

All these achievements, Gentlemen, and yet, as I have already mentioned, this is the first technologists' congress we have ever held in Mauritius. It is true that in 1927 a domestic sugar conference took place and was presided over by the late Sir Henry Leclézio. But that was more in the nature of an economic conference and although technological subjects were dealt with in the course of it, its work and objects differed appreciably from that of your congress which is commencing to-day.

Why then has there never been a technologists' conference on the pattern of those which have been held for many years past in most other large sugar producing countries? I find I am somewhat at a loss to discover an adequate reason, but the one that appears most logical is that Mauritius is territorially so small. Its technologists and research workers may have thought hitherto that meeting as they so frequently do (probably a few at a time), and exchanging views privately among themselves, there was no necessity for a congress where they would sit down together in the convention atmosphere

to discuss their problems and ideas. If my reasoning is correct, I believe this present series of meetings will prove that periodical gatherings such as this are a necessity ; that they are not merely interesting, but are of the greatest importance in contributing to progress in the Sugar Industry.

At the risk of being severely criticised I venture to suggest that there may be yet another reason which has militated against the congress spirit. I have a feeling that until comparatively recent times there was a certain reticence about meeting and exchanging views. Methods and processes were perhaps inclined to be regarded as the personal property of the individuals who developped them, or at least of the companies by whom they were employed. I suggest, Mr. President, that this is not the true spirit of research and I think this is what was meant by the late Sir Henry Leclézio when 31 years ago, at the 1927 Sugar Conference, he openly reproached the senior employees on sugar estates for not getting together often enough to exchange views.

There are obviously certain aspects of your business which you have to keep to yourselves, but generally speaking, I believe that the free and frequent exchange of ideas and conclusions can only be beneficial to the industry at large. I remember once reading of a business man who said he could never understand why a farmer if he discovers some new method of value, immediately rushes over to his neighbour and tells him of it. He regarded it as so unbusinesslike. It would be a sad day if the farmers, and with them I bracket technologists, ever reach the state where they are not prepared to help each other with their problems.

All at this gathering to-day are bound by a common interest. Everyone here is dependent, to a greater or lesser extent, on the well-being of the Sugar Industry. One of the ingredients in that well-being is research, and research — whether or not it is basic, does not matter — is one of a technologist's functions. In this connection, Mr. President, it is perhaps not out of place for me to address a special word of encouragement to the younger members attending this Congress, for it is largely in their hands that the future of the Sugar Industry lies. I would ask you not to be dismayed because success in research comes slowly. At times we are perhaps tempted to consider research as being too academic and having no practical use. One is sometimes inclined to enquire what is being achieved ? Is it worth while ?

There are hundreds of examples which prove how much is achieved and that therefore it is worth while despite the fact that in many instances investigations lead to completely different lines of thought from those on which the original investigation was based. To quote one outstanding example of what I intend to convey, there is the case which comes readily to mind of the obscure chemist who chose to deal with the synthesis of a new organic compound as a thesis for his degree. Nobody paid much attention to his thesis and it passed quite unnoticed. It was nothing more than a chemical curiosity for nearly a hundred years. In quite recent times somebody looked up this thesis and took the original research a little further. To-day the resulting product, D.D.T., is a household necessity in nearly every corner of the world.

There is a vast and exciting field of research open to you in the Sugar Industry, starting with investigation of the soil composition of the very land on which cane, our raw material is grown, right through until it becomes the end product — sugar. And it doesn't even finish there as research into finding uses for sugar other than for human consumption is, as yet, still in its early stages, while investigation into the use of by-products has surely not yet reached a dead-end.

On this note, Mr. President, I conclude my remarks but before resuming my seat I should like to read to you the following message from the Chamber of Agriculture.

> *" The Mauritius Chamber of Agriculture sends its greetings to all participating in the first Technological Congress to be held in Mauritius and expresses sincere wishes that its work may be crowned with success ".*

I thank you again Mr. President for the privilege I have enjoyed in being asked to open your Congress. It is my personal hope that your deliberations may be fruitful and that they will contribute to the scientific knowledge not only of Mauritius, but of other sugar-producing countries in the world.

With the hope that it may be the forerunner of many future gatherings of a similar nature, I have much pleasure in officially declaring this Congress open.

## II. DISCOURS DE M. A. NORTH COOMBES, O.B.E.

Directeur par intérim du Département d'Agriculture.

Mr. President,

Mr. Minister,

Mr. President of the Chamber of Agriculture.

Gentlemen.

I thank you, Mr. President, for honouring the Department of Agriculture in asking me to give an address on the occasion of the first Congress of Mauritian Sugar Technologists. We had a Sugar Conference way back in 1927, and an all-island Economic Conference in 1947-48. Our Society — I say " our " since I too am one of your members — has also had occasional weeks of special meetings in the past, but this is I think the first congress of its kind ever to be held in Mauritius.

In the building up in modern times of the sugar industry of Mauritius, more particularly in the construction of its technical foundations, the Department of Agriculture, following in the footsteps of its forerunner the " Station Agronomique " and in cooperation with the Society over which, Mr. President, you preside with such distinction, has played a leading part. The Department has helped to nurse the technical development of the industry from its first

hesitant steps of infanthood, through the hazards of adolescence to the dawn of manhood, when, with courage and fortitude, its task accomplished, it has handed over to specialised organisations, better equipped because unfettered by the shackles of cumbersome procedures, to look efficiently after the industry's interests. Like a fond parent who gives away a cherished daughter to a worthy suitor, this transfer has been made with pride and satisfaction but not of course without a sense of sacrifice. It is, however, gratifying to know that those who have taken over have already, in the short space of five years, shown themselves to be in every way deserving of the great trust which has been reposed in their hands.

It is equally gratifying, however, to know that the Department of Agriculture continues and, let us hope, will long continue directly to serve the Industry by providing three essential services of major importance, namely : The Central Arbitration Board for the Purchase and Sale of canes, the Extension Service for the Small Planters and, last but not least, the maintenance of the College of Agriculture. The latter has already supplied the Industry with many of its most distinguished men in the fields of agronomy and sugar technology, many of whom I have had the great advantage of knowing personally at the College, where for many years I had the privilege of being a lecturer. I am glad to see many of them here to-day.

It is in considerable measure to these men that the Industry is indebted for having been able to take at the flood the tide of profound changes which have characterized the post-war period. When the effects of the International Sugar Agreement, those no less important of the Commonwealth Sugar Agreement, and those of special measures like the establishment of our Rehabilitation Funds, became ready to be felt, these men were there to respond. The influence of the new economic climate characteristic of post-war organisation, has of course been felt all over the world. In Mauritius, modern developments have followed parallel lines, modified as far as necessary to meet the rather special local conditions.

What, Sir, may one ask have been the outstanding achievements of the Mauritian Sugar Industry during the last few years ? After the luminous exposition which the President of the Chamber of Agriculture has just made, I need not go into too many details. I shall refer only, if you will bear with me for a little while, to what in my view may be considered as the three outstanding ones.

Pride of place, must I think be given to the development of research, more particularly to the recent reorganization and expansion of research under the able and distinguished direction of Dr. Wiehe whose services to the Colony as you know have just been recognized by the award of the C.B.E. In particular, Gentlemen, research has borne luscious early fruit in creating new and richer varieties, in controlling destructive diseases and pests, in the chemical eradication of weeds and the rational use of fertilizers. The combined effect is reflected in the average yield of cane cut per arpent which has risen from 19.8 metric tons ten years ago to 27.8 metric tons to-day, while the commercial sugar extracted per cent cane has increased by 1.70 on the average.

I would place second the admirable effort made to re-equip our factories. Here, too, solid figures speak for themselves. In the last ten years no less than two hundred and fifty million rupees have been spent on the centralization and modernisation of factories, the weekly crushing rates of which have been raised from 150,000 tons to 240,000 tons.

The third major improvement in my view has been the spectacular way in which the particularly difficult terrain over which so much of our sugar is cultivated — or, for that matter, could not be cultivated, or could not be properly cultivated — has been forced into productivity by the advent of heavy mechanical equipment. Even the Plaine des Roches is being reclaimed for sugar by the heavy tractor to which goes the largest part of the credit for increasing the area under cane in the last ten years from 140,000 arpents to 180,000 arpents.

Mr. President, it will take an even greater effort in the future to get more and more cane out of every acre of land and to extract more and more sugar out of every cane. There could be no better stimulus to those whose task this will be than to bring them together in a congress of this kind, that they may benefit from each other's knowledge and also from the knowledge which your distinguished guests from overseas are, I am sure, only too anxious to share with our technologists. May I take this opportunity, Mr. President, of associating myself with you in extending on behalf of the Department of Agriculture a hearty welcome to our visitors from Natal, Madagascar and La Réunion, and, in conclusion, may I wish you all, Gentlemen, a fruitful and enjoyable congress

## III. DISCOURS DE M. E. BOUVET

**Président de la Société de Technologie Agricole et Sucrière.**

Mr. Minister,
Mr. President of the Chamber of Agriculture,
Mr. Director of Agriculture,
Gentlemen.

I would like to thank the President of the Chamber of Agriculture for accepting to open this Congress and I will ask him to convey our thanks to his Bureau for their kind message.

To you Mr. Director of Agriculture also go our thanks for your kind words.

The idea of a congress was first expressed by two members of our Committee about two years ago: Mr. René Leclézio and Mr. V. Olivier, and was agreed to in principle. Later, when Doctor Kerr came here on his two months' visit at the request of the Director of the Mauritius Sugar Industry Research Institute, he strongly expressed the view that technological congresses should

be held yearly. In his opinion this would be of great help in furthering progress in all branches of the industry. Our Société endorsed his views and towards the end of last year, it was decided that a congress would be held in 1958. That was all very well, unfortunately the finances of our Société could not possibly face the expenses of a congress, however modest. Naturally then our eyes and hopes turned to that Grand Old Institution to which the Sugar Industry owes so much, the Chamber of Agriculture. The answer came, encouraging, and very shortly afterwards the money, which was provided by the Sugar Industry Research Fund through the President of the Chamber. I sincerely hope, Mr. President, that you will find that this money has been well spent and that the returns will be apparent in the form of improved efficiency of our mother industry.

I would like now, Gentlemen, to offer on your behalf and on mine our most sincere wishes of welcome to the delegates of Réunion, Madagascar and South Africa. If we believe that great benefit can be derived through our local technicians getting together, we have even more reason to believe that even greater benefits will be derived from the meeting of technicians from several countries. I feel sure that our guests will greatly contribute to the success of this Congress and I hope that when they leave us they will leave some of their knowledge behind for our benefit, and perhaps take away in return, if not much extra knowledge, at least a great deal of our friendship.

With your permission, Gentlemen, I would like to take you back to an event (which was mentioned by the President of the Chamber in his address) that took place 31 years ago and which has had far-reaching consequences for the Sugar Industry: the 1927 Sugar Conference was suggested by the late Sir Harold Tempany, then Doctor Tempany, Director of Agriculture, to the Governor, Sir Herbert Read, in view of bringing together representatives of Government and of the Sugar Industry to discuss steps that should be taken to establish the industry on a sounder basis. The Conference was presided by Sir Henry Leclézio, whose striking personality and vast knowledge of the Industry were largely responsible for its success.

The Mauritius Sugar Industry was then sinking fast due to a vertical drop in the price of sugar and to other factors as well, among which were the merciless competition between millers for planters canes, and the fact that there were too many small and inefficient factories in operation. It is to the credit of the leaders of those days that they summoned the courage of stepping forward to thrash out with utmost frankness the numerous problems with which they were confronted. I am really very much of a new-comer to the Sugar Industry and my ignorance of things past, I must admit, is appalling; and it is only by reading through the proceedings of that Sugar Conference that I have come to realise how near this country had been to complete catastrophe. But it has also brought home to me how much progress has been achieved in these 31 years and I feel that the 1927 Conference has indeed been the turning point in the history of our Sugar Industry.

First of all it brought to light some hard facts : cultivation methods were

poor and sugar yields per acre extremely low compared to those obtaining in Java, Hawaii and Porto Rico. Factories were operating inefficiently, the main reasons for this being inadequate chemical control, almost complete ignorance of production costs and scarcity of qualified technicians. Having taken stock of the situation our predecessors made the moves that started the industry on its new era of prosperity. Thus, the main outcome of that historical conference was the establishment of the Sugar Research Station and of the S. I. R. F. The principle of gradual centralisation of factories was accepted and the urgent need for more chemists and technologists was stressed.

Sir Harold Tempany made a major contribution in getting the Sugar cane Research Station and the College of Agriculture under way. One cannot over-emphasize the importance of the rôle played by both the S. R. S. and the College of Agriculture from that time onwards in the redress that took place in spite of the even leaner years that immediately followed. It is a coincidence that the very first graduates were just about to come out of the College of Agriculture at the time of the Conference, so that it really opened the way for these graduates to step out into industry. To day, Gentlemen, I have no hesitation in stating that the future success of our industry is to a great extent tied up with the kind of education the graduates of the College will receive, because they will always be the links between the work of our Research Institute and the Sugar Industry ; in other words : because of their training the graduates are capable of implementing the recommendations of the Research Institute. Without this essential link between Research and Theory on one side, and practical implementation on the other side the work of the Institute would be completely lost and wasted.

I believe that the College is being reorganised at the present moment and We, the Members of this Society, re-affirm our belief that the College is primarily an institution for turning out Sugar Technologists and Agronomists and We hope that those responsible for this reorganisation will bear this in mind ; otherwise our main industry might very well find itself once more regressing instead of progressing.

Our Association, then called the *Société des Chimistes*, took a very active part in the 1927 Conference by submitting a substantial report on the future development of the sugar industry. Emphasis was laid on the urgent need for centralisation. The committee displayed foresight by stating that the number of factories would have to be reduced to about 22, in order to be able to work profitably. As a matter of fact, this year 25 factories will be operating and only 24 next year. But, whereas the committee anticipated that the maximum production of sugar that could be envisaged would be 250,000 tons the 25 factories operating this year will turn out well over half a million tons. So the wildest hopes of the time have been surpassed and in no small way! Our two Honorary Presidents took a leading part in the technical side of the conference and I would like to seize this opportunity to congratulate them for their invaluable contribution towards the modernisation and progress that has been achieved during this last quarter of a century. Before leaving this

subject I would like to point out that it is Sir Henry Leclézio, not a technician himself, who laid the utmost stress on the necessity of weighing the juice and imbibition water for the purpose of better chemical control. He was the first to understand the importance of chemical control and in 1886 took the decision — very much against the tide of opinion prevailing at the time — to appoint a qualified chemist from France, Mr. Biard, to carry out a system of control for Alma Sugar Factory. In spite of this pioneering action for many years afterwards chemists were considered by estate owners and managers as the most undesirable specimens of the human species. Sir Henry went further, and he emphatically stated at the 1927 Conference that in his opinion one qualified chemist was not enough for controlling a factory and that two or better three would be necessary to carry out the work properly. I must say that 31 years afterwards I fully endorse this point of view.

Now that this Congress has been declared open I feel that it is necessary to define its aims and limitations. This is not going to be a scientists' conference in which only scientists will be dealing with problems outside the understanding of ordinary technicians like myself. Our aim is rather to discuss the ordinary problems which our practical men have to face in their daily work. In order to achieve this, we have asked our members and guests to volunteer short, simple papers based mostly on their practical experience. There may not be much originality in all of these papers, but they will contribute a lot of practical hints and in every case they should be the starting point of interesting debates. We must attend this congress with the frame of mind that we have not come here to show how clever we are but rather to learn from our friends' experiences and to pass on whatever know-how we have acquired ourselves. Let this be an occasion for the free interchange of ideas and let us not be afraid to tell our fellow congressmen of our mistakes, so that they may also learn how not to do things. Another major aim is to familiarize our members with the staff and work of our excellent Research Institute. Too many of us are shy of the Institute and because of this unaccountable shyness, a lot of benefit is lost to many, hence a *manque à gagner* for the Industry as a whole I am expressing here, the wish of the Director of the M.S.I.R.I. that all members and guests should consider that the Research Institute Staff is " At Home " during the whole of this week. So, Gentlemen, do not hesitate to make full use of this kind invitation to the common benefit of all.

# LE PROBLÈME DES VARIÉTÉS DE CANNES A MAURICE

par

P. O. WIEHE

*Directeur*, M.S.I.R.I.

De tous temps et dans toutes les sphères de l'Agriculture le choix des meilleurs variétés a été le souci constant du cultivateur. Celui-ci est probablement aussi exigeant, sinon davantage, que l'individu qui choisit une compagne pour partager sa vie : il ne recherche que des qualités et n'admet aucun défaut. Cet idéal bien entendu n'est jamais atteint, du moins dans le domaine de la canne à sucre qui nous préoccupe aujourd'hui.

On peut affirmer que parmi les quatres grands groupes de facteurs qui affectent les rendements aux champs : variétés, climat, alimentation, maladies et ennemis, celui des variétés est d'importance capitale. Le succès d'une entreprise agricole dépend le plus souvent du jugement apporté au choix de la variété convenant le mieux à des conditions données de sol et de climat.

Je voudrais au cours de ce bref exposé examiner d'abord la succession des variétés de canne que nous avons eues à Maurice depuis les dernières 125 années, souligner les causes qui ont amené ces changements, indiquer les moyens à notre dispositions pour améliorer les variétés et conclure par quelques réflexions sur ce que l'avenir pourrait nous réserver.

**Rétrospective**

L'histoire de l'industrie sucrière de Maurice abonde en renseignements sur l'introduction de variétés de cannes dans le pays, qui sont d'ailleurs fort bien résumés par Kœnig (1908) et par de Sornay (1914), alors que le catalogue publié par Hill en 1937 fait foi du nombre très considérable de variétés qui nous sont venues de la zone tropicale du globe ; on y relève plus de 450, sans compter celles produites à Maurice. Depuis ses origines jusqu'à la fin du siècle dernier l'industrie sucrière mauricienne dépendait entièrement des variétés étrangères, principalement celles venant des régions indonésiennes et océaniennes. C'est ainsi que se sont succédées : *l'Otahiti* ou canne blanche, introduite vers 1750, les *cannes rouges* de Batavia qui nous arrivèrent grâce à l'initiative de Charpentier de Cossigny, vers 1785. La canne d'Otahiti étant gravement atteinte d'une maladie probablement la gommose fut remplacée par les cannes du type Cheribon introduites en 1849, parmi lesquelles la *Bambou*, *Guinghan*, *Diard*, *Bellouguet* devaient s'établir avec la *Penang* comme variétés de grande culture. Elles firent place à la *Mignonne*, *Branchue*, *Port Mackay*, *Iscambine* et *Fotiogo* envoyées par M.

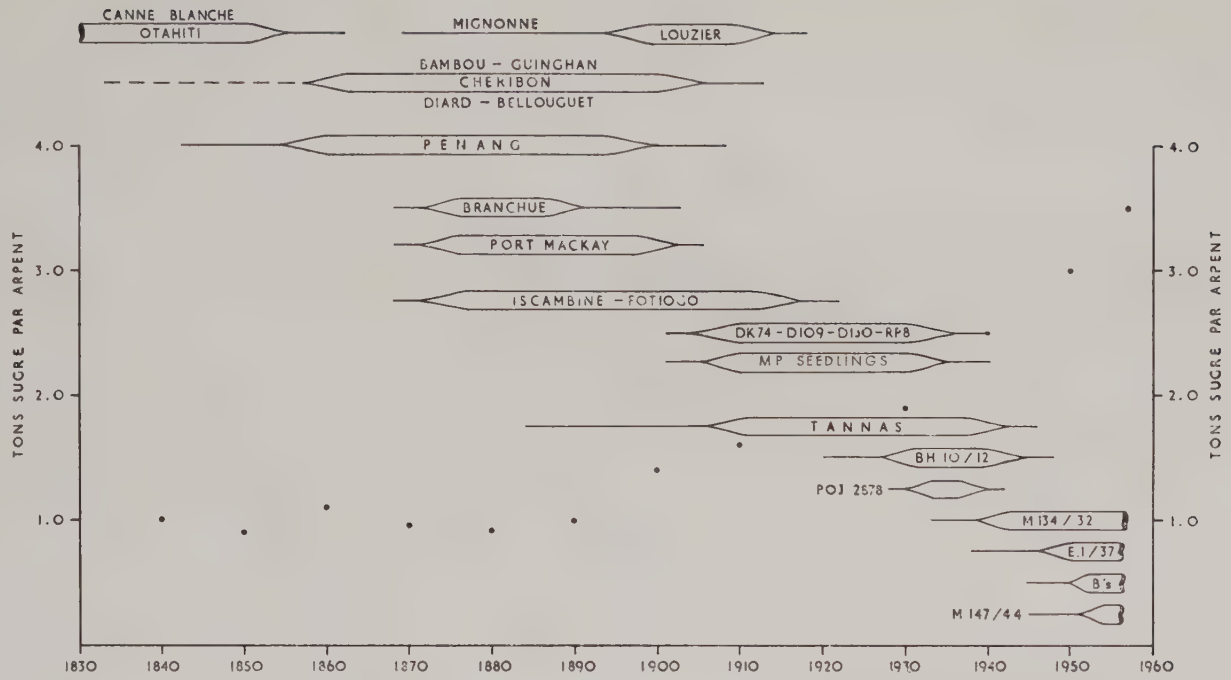



Fig. 1. Succession des variétés de cannes cultivées industriellement à Maurice de 1825 à nos jours. Ces points indiquent le rendement en sucre commercial par arpent à différentes périodes.

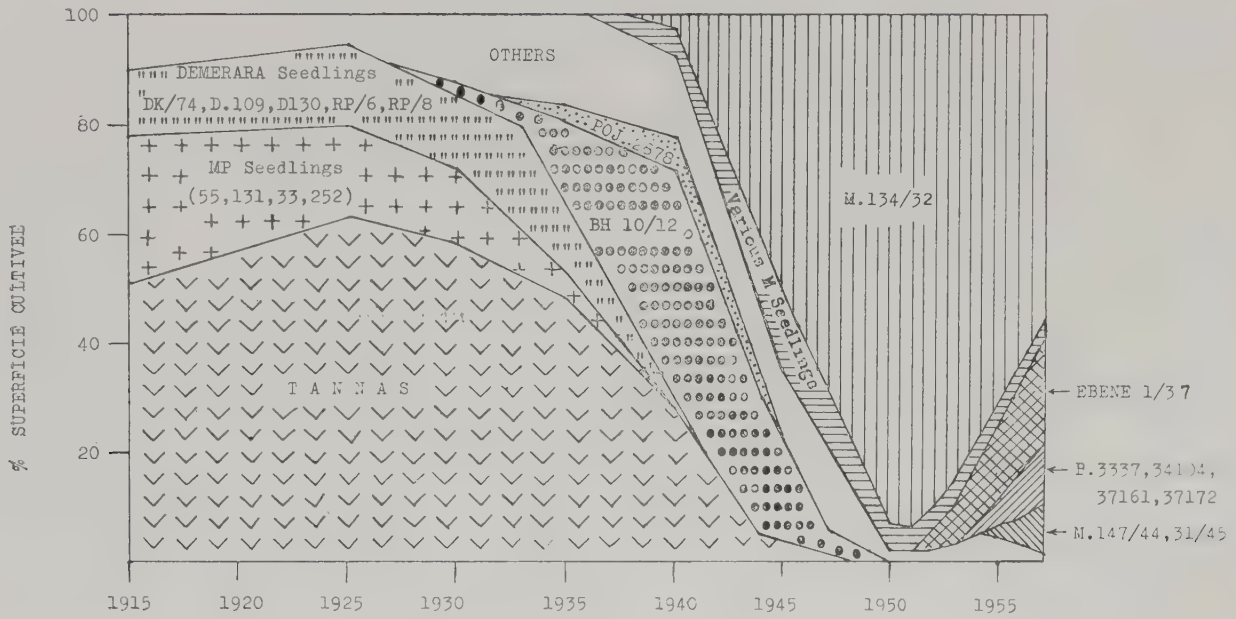



Fig. 2. Pourcentage de la superficie cultivée en différentes variétés de 1915 à nos jours.

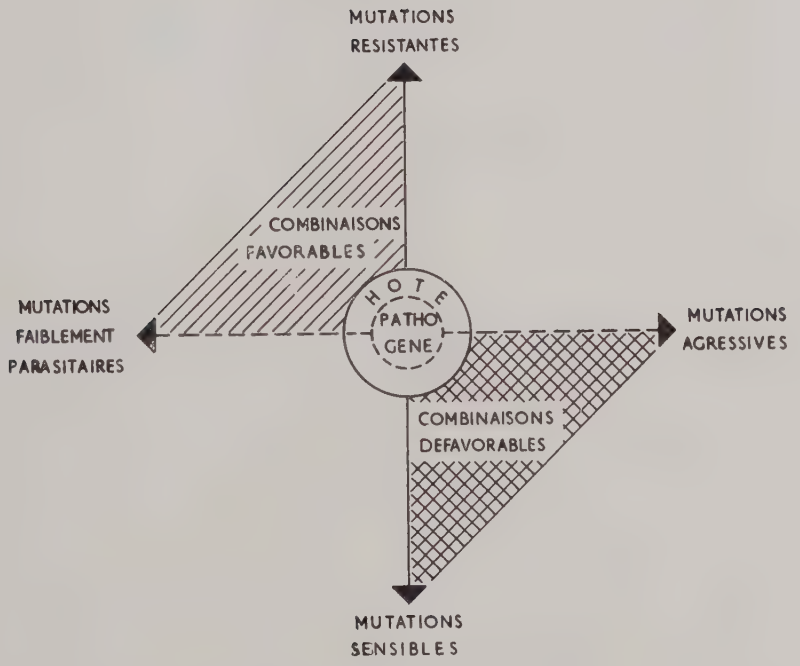



Fig. 3. Schéma indiquant les différentes combinaisons créées par les mutations d'un hôte (abscisse) et de ses pathogènes (ordonnée).

Guillain de la Nouvelle Calédonie à M. Lavignac vers 1870. La *Louzier*, un sport de la *Mignonne*, trouvée sur l'établissement Ferney vers 1872, fut cultivée pendant plus de 20 ans. Elle ressemblait en tous points à la canne blanche d'Otahiti et présente un cas intéressant de mutation en retour vers le parent d'origine (Stevenson, 1940). Une autre canne noble, la *Big Tanna blanche*, dérivée trés probablement par mutation de la *Wopandoo* qui avait été introduite de la Nouvelle Calédonie par Caldwell vers 1870, fut comme vous le savez une variété de très grande importance économique pendant plus de 30 ans. A partir du début du 20ème siècle, les cannes de graine produites d'abord par autofécondation puis par hybridation devaient révolutionner les rendements en sucre dans tous les pays où la canne était cultivée. C'est ainsi qu'à Maurice nous voyons se succéder les variétés de Demerara, de la Barbade et celles produites dans le pays même.

Cette succession est indiquée schématiquement dans la figure 1, alors que l'évolution des surfaces plantées en différentes variétés depuis 1915 est résumée dans la figure 2.

**Séquence des variétés de canne**

La séquence des variétés a donné lieu depuis longtemps à de nombreuses conjectures et a été l'objet de maintes théories. Je crois qu'il y a encore beaucoup de personnes convaincues qu'une cause mystérieuse, inhérente à la variété, intervient pour amener ce que certains appellent la « dégénérescence ».

Cette prétendue dégénérescence peut cependant s'expliquer fort bien par des manifestations pathologiques. Ainsi, en nous référant de nouveau au tableau 1, nous pouvons aisément expliquer le changement périodique des variétés à Maurice en fonction des maladies qui prévalurent dans le pays : gommose, « leaf scald », maladie de la racine, charbon, stries chlorotiques et rabougrissement des repousses : soit autant de facteurs pathologiques qui ont contribué au remplacement d'une variété par une autre.

A ce propos, je voudrais souligner l'importance considérable que peuvent avoir les mutations sur le problème du changement des variétés. Elles peuvent affecter l'hôte aussi bien que le pathogène, en produisant d'une part des individus à sensibilité ou résistance accrues, et d'autre part des lignées de pathogènes plus ou moins virulentes. Selon les combinaisons de résistance de l'hôte et de l'agressivité des pathogènes, une variété de canne issue par mutation pourrait se maintenir plus ou moins longtemps en culture industrielle (fig 3). Par ailleurs des lignées virulentes de parasites auront tendance à se multiplier plus rapidement, et pourraient seules amener des rendements non-rentables même si la variété ne changeait pas. En pratique, la spécialisation du pathogène vis-à-vis de l'hôte est souvent évidente dans les cas où on néglige d'établir une rotation de variété sur le même champ.

Il y a lieu de faire ressortir également que dans le cas de certaines maladies, notamment celles à virus, plus une variété sera ancienne plus la contamination sera grande en l'absence de mesures prophylactiques et thérapeutiques.

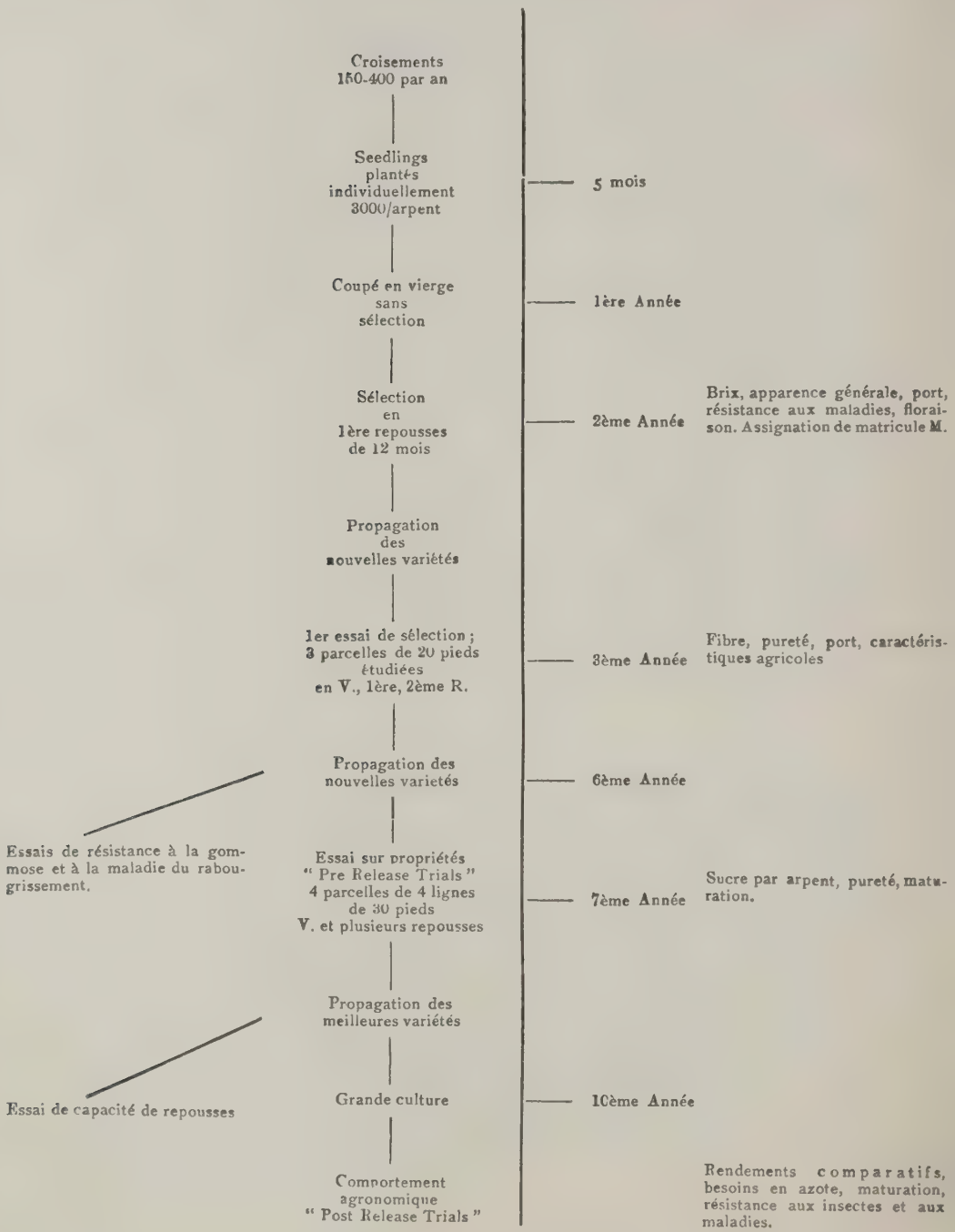
En conséquence, une variété produisant de forts rendements au début de sa propagation, peut arriver à péricliter graduellement avec les années grâce au degré de contamination qu'elle aura subie. A ce propos, l'accumulation de plusieurs pathogènes chez une même variété peut entraîner une aggravation considérable de l'effet d'un d'entre eux sur le développement de la canne. Ainsi Schexnayder et Abbott (1957) ont démontré que la présence du virus du rabougrissement dans une bouture le rendait plus vulnérable à l'attaque des champignons du sol alors qu'à la station expérimentale d'Hawaï (1957) on a découvert que les virus du rabougrissement et de la strie chlorotique causent des effets plus graves lorsqu'ils se trouvent présents en même temps dans une souche de canne.

On a beaucoup écrit depuis quelques années à propos de l'influence de la maladie du rabougrissement sur la séquence des variétés cultivées. King et Steindl (1954) en Australie ont été les premiers à postuler qu'il était possible d'expliquer le déclin des rendements en fonction de ce virus, inconnu jusqu'en 1945. Cette maladie a été sans contredit la cause de la disparition de beaucoup de variétés dans le passé. Nous sommes convaincus cependant qu'il existe d'autres agents pathogènes encore inconnus qui jouent un rôle important dans la succession des variétés. Il conviendrait de rappeler ici que les travaux actuellement en cours dans plusieurs centres de recherches démontrent combien nos connaissances sur la microfaune du sol sont incomplètes surtout en ce qui concerne les anguillules et leur rôle probable dans le déclin des variétés.

**Amelioration**

Outre les causes pathologiques qui déterminent en premier lieu la succession continuelle de variétés en grande culture, il est évident que d'autres changements peuvent s'opérer en leur absence par suite des efforts des généticiens mettant tout en œuvre pour créer des variétés combinant un maximum de qualités avec un minimum de défauts. La tâche de l'améliorateur n'est pas facile : les parents dont il dispose ont une structure génétique extrêmement complexe et encore mal connue, et les lois de l'hérédité telles qu'elles s'appliquent à la canne à sucre n'ont été étudiées que très imparfaitement. Les variétés désirables pour opérer les hybridations peuvent par ailleurs ne pas fleurir. Ajoutons à ces difficultés les désiderata des planteurs : canne robuste, port facilitant les façons culturales, absence de duvets, paille se détachant facilement, résistance à la sècheresse, aux inondations, au vent, à la verse, aux maladies et aux insectes. Alors que les usiniers réclament en particulier : une richesse saccharine élevée, des jus à pureté élevée et non réfractaire, des cannes peu fibreuses et une maturation échelonnée tout au long de la roulaison. Pour mener à bien sa tâche, l'améliorateur choisit le systyme d'hybrida-

FIG. 4. Schéma de la sélection des nouvelles variétés de cannes à l'Institut de Recherches Sucrières.



tion qu'il considère le meilleur et étudie la valeur de la progéniture obtenue afin de sélectionner les individus supérieurs.

L'hybridation peut s'opérer selon un des principes directeurs suivants :

1° Croisement effectué sur une base empirique en combinant les meilleures variétés industrielles. Système remontant à l'origine de l'hybridation et que Harland (cité par Stevenson, 1956) résume également « crossing the best with the best and hoping for the best ».

2° Croisement entre variétés consanguines (« inbreeding ») et croisement en retour (« black-crossing »), afin de réunir dans le progéniture les différents gènes qui conditionnent un caractère désirable. C'est le système adopté par la C.S.R. en Australie (Gard 1951) et par Stevenson à la Barbade (1956).

3° Hybridation complexe en faisant intervenir le plus de lignées possibles (Mangelsdorf, 1956 ; de Sornay, 1948).

Le plan d'hybridation étant bien établi, et la progéniture obtenue, il reste encore à accomplir les longues étapes de la sélection, au cours desquelles le jugement, le bon sens et sans doute l'intuition doivent être les compagnons fidèles du sélectionneur. A Maurice la sélection de variétés issues par hybridation s'opère annuellement sur environ 30,000 seedlings en première génération. A d'autres centres d'expériences, notamment aux îles Hawaï, la sélection est faite sur un nombre beaucoup plus grand, environ 1,500,000 seedlings, dont la majorité est issue de polycroisements (« melting pot crosses ») qui sont plantés en touffe de 6 à 10 par fossé (« bunch planting ») afin de réduire l'espace nécessaire à la plantation et les frais de main d'œuvre.

La première méthode permet certainement une étude plus approfondie des éléments soumis à la sélection, alors que dans la seconde on suppose qu'en augmentant le nombre d'individus mis en terre, on augmente également les chances d'en trouver offrant des caractéristiques supérieures.

Les différents stades de la sélection telle qu'elle est pratiquée à l'Institut de Recherches sont résumés dans le schéma 4. La production d'individus franchissant tous les échelons pour atteindre finalement le statut de variété industrielle a été jusqu'ici à Maurice de l'ordre de 1 à 100,000. Nous estimons d'autre part que les 17 principales stations* d'amélioration de la canne plantent tous les ans environ 2 millions de seedlings. En supposant le même cœfficient de sélection, il est à prévoir que 20 nouvelles variétés répondraient annuellement dans le monde aux exigences de conditions agricoles particulières, chiffre que nous croyons être au dessus de la réalité.

* Java Inde, Philippines, Louisiane, Australie, Fidji, Hawaï, Floride, Barbade, Cuba, Porto-Rico, Brésil, Argentine, Egypte, Natal, Réunion, Maurice.

**Situation variétale de Maurice en 1958**

Le nombre de variétés à l'étude en ce moment à Maurice est récapitulé dans le tableau 1.

TABLEAU 1. Récapitulation du nombre de variétés en cours d'essai en Juin 1958.

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Seedlings de 1957 à être sélectionnés en 1959 ... | 35,297 |
| 2. | Seedlings de 1956 à être sélectionnés en 1958 ... | 28,199 |
| 3. | Seedlings de 1955 en 1ère parcelle de multiplication ... ... ... ... | 428 |
| 4. | Seedlings de 1954, 1953, 1952 en 1er essai de sélection ... ... ... ... | 244 |
| 5. | Seedlings de 1952 à 1954 en 2èmes parcelles de multiplication ... ... ... | 44 |
| 6. | Variétés en cours d'étude sur les propriétés en « pre-release trials » ... ... ... | 226 |
| 7. | Variétés en 3ème stade de multiplication ... | 4 |
| 8. | Variétés « post-release trials » ... ... | 8 |
| 9. | Variétés étrangères en voie de multiplication pour les « pre-release trials » ou l'hybridation ... ... ... ... | 23 |
| 10. | Variétés en quarantaine ... ... ... | 5 |

Le tableau 2 indique la surface occupée par les différentes variétés industrielles dont les caractères ont été résumés dans le dernier rapport annuel de l'Institut de Recherches.

TABLEAU 2. Pourcentage de la surface cultivée en différentes variétés de cannes en 1958.

| | |
|---|---|
| M. 134/32 ... ... | 55 |
| Ebène 1/37 ... ... | 21 |
| M. 147/44 ... ... | 6 |
| B. 3337 ... ... | 4 |
| B. 37161 ... ... | 3 |
| B. 37172 ... ... | 3 |
| M. 31/45 ... . . | 3 |
| M. 112/34 ... ... | 2 |
| B. 34104 ... ... | 1 |
| Autres variétés ... ... | 2 |

TABLEAU 3. Distribution optima des variétés commerciales d'après les zones climatiques et les types de sol. Superifice à récolter arpents

| Type de sol / Variétés | " Richelieu " | " Réduit " | " Sans Souci " | " Mapou " | " Plaisance " | " Rose Belle " | " Plaine Lauzun " | Total | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ebène 1/37 ... | — | 19,300 | 8,600 | — | 10,000 | 10,900 | — | 48,800 | 28 |
| B. 3337 .. | — | — | 4,200 | — | — | 5,400 | — | 9,600 | 6 |
| B. 37172 ... | 5,200 | 18,700 | — | 8,500 | 18,600 | — | — | 51,000 | 30 |
| M. 31/45 ... | — | — | 4,200 | — | . . | 5,400 | — | 9,600 | 6 |
| M. 147/44 ... | 5,200 | 18,700 | — | 8,500 | 18,600 | — | 2,000 | 53,000 | 30 |
| Superficie totale à récolter | 10,400 | 56,700 | 17,000 | 17,000 | 47,200 | 21,700 | 2,000 | 172,000 | |

TABLEAU 4. Augmentation de production sucrière avec une distribution optimum des variétés.

| Variétés | Superficie récoltée en 1957. Arpents % | Optimum théorique à récolter % | Augmentation de superficie % | Excédent Tonnes sucre par arpent | Augmentation production sucrière sur 172,000 arpents récoltés |
|---|---|---|---|---|---|
| M. 134/32 ... | 60 | — | — | — | — |
| Diverses Variétés | 12 | — | — | — | — |
| Ebène 1/37 ... | 22 | 28 | + 6 | 0.9 | 9,250 |
| B. 3337 ... | 3 | 6 | + 3 | 0.8 | 4,250 |
| B. 37172 ... | 3 | 30 | + 27 | 0.7 | 32,500 |
| M. 147/44 ... | — | 30 | + 30 | 0.8 | 41,000 |
| M. 31/45 .. | — | 6 | + 6 | 0.7 | 7,000 |

Total = 94,000 Tonnes Sucre

= 15%

La M. 134/32 est sur son déclin ; l'Ebène 1/37 est sans doute la variété la plus productive que les hauts plateaux de l'île aient connue jusqu'ici. Trois variétés barbadiennes retiennent l'attention : B. 37172 et B. 34104 pour la zone recevant jusqu'à environ 80" de pluie par an et B. 3337 pour les terres inférieures ; mais le défaut capital de cette variété est une richesse saccharine relativement peu élevée M. 147/44 est une variété pleine de promesse principalement pour les régions du littoral alors que M. 31/45 offre de belles qualités mais ne sera sans doute jamais propagée sur une très grande étendue à cause de certains défauts tels que sa sensibilité au borer ponctué.

Il y a lieu de faire ressortir que la tendance actuelle, basée sur les meilleures observations, est d'opérer la sélection des nouvelles variétés dans les différents milieux écologiques où la canne est cultivée. A Maurice, la sélection des nouvelles variétés se fait aux quatre stations d'essai de l'Institut de Recherches, mais les chances d'obtenir une variété adaptée au climat humide des hauts plateaux sont beaucoup plus grandes parmi les seedlings étudiés aux stations de Belle Rive et d'Union Park. Cela ne veut pas dire que les nouvelles cannes choisies à la station des Pamplemousses ne puissent se révéler supérieures dans un milieu différent : témoin la M. 134/32 qui a occupé 92% de la surface cultivée de l'île en 1951.

Nous pensons qu'à l'avenir le nombre de variétés cultivées industriellement sera plus élevée que de nos jours ; chaque variété devant être placée dans les conditions qui lui conviennent le mieux. Cette évolution exigera une étude plus critique des différentes zones sucrières et demandera des soins particuliers pour établir un éventail variétal bien adapté pour une production accrue tout au long de la campagne sucrière. C'est pourquoi nous sommes convaincus que l'organisation de l'état major sur les grands établissements sucriers aura à être élargi dans l'avenir pour inclure un agronome expérimenté dont les fonctions seraient ; aider la direction à tirer le meilleur parti des variétés disponibles, l'emploi rationnel des engrais et la lutte contre les maladies et insectes. Une liaison plus efficace et féconde sera ainsi établie entre l'Institut de Recherches et la pratique agricole.

Il est intéressant à ce stade d'examiner, de façon théorique d'ailleurs, ce que pourrait être la production sucrière de Maurice, en postulant une distribution idéale des variétés actuellement recommandées sur les 180,000 arpents cultivés en canne dans le pays. Les types de sols définis par Halais (1946) et la surface plantée en cannes sur chacun d'eux peuvent servir de base à cet égard car ces types de sol reflètent le climat qui prévaut dans les différentes régions de l'île (tableau 3). Connaissant d'autre part la superficie récoltée en 1957 et l'augmentation de rendements relative à la M. 134/32, il est possible de calculer la production supplémentaire de sucre qui en résulterait (tableau 4). Les chiffres ainsi obtenus sont éloquents et démontrent une augmentation voisine de 15% pour l'ensemble de l'île. Je me hâte de préciser que ces considérations sont sans doute irréalisables dans l'immédiat, mais elles indiquent que nous

avons encore beaucoup à faire pour étendre plus rapidement les variétés nouvelles qui ont fait leurs preuves, sans toutefois le faire imprudemment.

Un des facteurs qui a fait la force de l'industrie sucriére mauricienne est incontestablement les rendements élevés que l'on obtient jusqu'aux 7ème et 8ème repousses. D'autre part cette pratique, aussi avantageuse qu'elle paraisse, comporte de sérieux désavantages lorsqu'il s'agit de remplacer rapidement les variétés existantes par d'autres qui leur sont supérieures.

Je voudrais terminer cet exposé en demandant aux planteurs d'affermir leur précieuse collaboration vers l'Institut de Recherches, pour que soient réalisés les changements variétaux au rythme nécessaire afin de conduire l'industrie sucrière vers une production toujours en progrès.

## BIBLIOGRAPHIE


GARD, K. R. (1952) ... Twenty years of sugarcane breeding, Macknade, Queensland. I.S.S.C.T., 7th Congress, 62-73.

HALAIS, P. (1946) ... Données essentielles sur le sols de l'Ile Maurice. *Rev. Agr. Maur.*, XXV, 192-197.

HILL, A. G. (1937) ... *An annotated catalogue of sugarcane varieties in Mauritius*. Dept. Agr. Maur., S.R.S. Bulletin 13.

II. S. P. A. Expt. Station, Ann. Rep. (1957).

KING, N. J. and D. R. L. STEINDL (1954) ... The relationship between varietal yield deterioration and ratoon stunting disease. I.S.S.C.T. 8th Congress, 851-862.

KOENIG, P. (1908) ... *Memorandum on introduction of sugarcane in Mauritius*. Port Louis, Govt. Print.

MANGELSDORF (1956) ... Sugarcane breeding in retrospect and in prospect. I.S.S.C.T., 9th Congress, 560-575.

Mauritius Sug. Ind. Res. Inst., Ann. Rep. 1957.

SCHEXNAYDER C. A. & E. V. ABBOTT (1957) ... Study during 1956 of stunting disease on yields of cane and sugar in Louisiana. *Sug. Bull.*, **35**, 354-339.

STEVENSON, G. C. (1940). Sugarcane varieties in Mauritius. *Emp. Journ. Exp. Agr.*, VIII, 301-310.

„ „ (1956) .. The problem of breeding high-sucrose sugarcane varieties. I.S.S.C.T., 9th Congress, 576-585.

SORNAY, P. de (1920) ... *La canne à sucre à l'Ile Maurice,* Paris, Challamel.

SORNAY, A. de (1948) ... Dept. Agr. Maur., Ann. Rep. S.R.S.

## SUMMARY

*The problem of sugar cane varieties in Mauritius*

In this paper, the succession of sugar cane varieties under cultivation during the past 125 years in Mauritius is reviewed. The factors that have been responsible for the continuous change are mentioned as well as the methods available for the production of better varieties and finally an insight in the future is given.

Until the end of the last century the island was cultivated solely with foreign varieties of noble canes. All of these have given place one by one to hybrid canes many of which are produced locally. The degeneration of varieties, which is responsible for their replacement, can be attributed to various pathological factors some of which are still unknown. The longer a variety has been under cultivation the greater its degree of contamination, hence its downfall. Various diseases acting together may have increased effects. There will probably be a greater number of commercial varieties in the near future, each one having been selected in and for a special locality. There are indications that if the present varieties under cultivation were adequately distributed in the various localities of the island, the sugar production would be appreciably increased.

# BESOINS QUANTITATIFS DE LA CANNE EN AZOTE D'APRÈS LE DIAGNOSTIC FOLIAIRE

par

PIERRE HALAIS

*Agronome du* M.S.I.R.I.

Le rôle dévolu à la fumure azotée en culture industrielle ne cesse de croître à mesure que le progrès s'étend à des domaines moins explorés de la physique, de la chimie et de la biologie. Ainsi l'expression proposée naguère par Demolon selon laquelle l'azote serait le « pivot de la fumure » conserve toute son actualité.

En effet, l'emploi de machines agricoles, de plus en plus puissantes et perfectionnées, permet de réaliser diverses opérations culturales en temps opportun et conduit à une amélioration de l'état physique de la zone exploitée par les racines à la recherche des éléments nutritifs, de l'oxygène et de l'eau qui sont indispensables au développement optimum des plantes cultivées.

Nos connaissances se sont largement étendues en matière d'équilibre chimique du milieu assuré conjointement par les éléments nutritifs majeurs : azote, phosphore et potassium, qu'apportent les engrais classiques, les éléments secondaires : calcium, magnésium, soufre et fer et les oligo éléments : manganèse, bore, zinc, cuivre et molybdène. Il est aussi souvent question d'éléments toxiques à l'égard de certaines plantes, tels que l'aluminium par exemple, que l'on trouve en surabondance dans les terres acides réclamant un chaulage adéquat.

Non moins importantes sont les nouvelles découvertes dans le domaine de la biologie appliquée : création de variétés plus productives et mieux adaptées au complexe sol/climat, moyens de défense plus efficaces contre les ennemis de cultures, adventices, agents pathogènes, insectes et animaux nuisibles.

Il se conçoit que le potentiel de rendement ainsi accru grâce à l'impulsion d'un tel ensemble de progrès réclame parallèlement une attention croissante sur un des éléments constitutifs de toute cellule végétale ; l'azote.

La quasi totalité des exploitations sucrières intensives dans le monde emploie des engrais azotés à doses relativement élevées et renouvelables tous les ans, l'item azote étant généralement un des plus importants inclus dans le prix de revient de la canne.

La fixation des doses optimales pour chaque milieu particulier — en dehors des influences atmosphériques annuelles variables — est rendue

très difficile, les éléments d'information indispensables manquant le plus souvent pour résoudre le problème de manière tout à fait rationnelle.

Il est reconnu par exemple que l'analyse des terres est d'une utilité à peu près nulle en l'occurrence et que les essais comparatifs réalisés en plein champ avec les engrais azotés - tout nécessaires qu'ils soient — ne peuvent s'étendre à d'autres champs d'un même type de sol que sous toutes réserves, la classification pédologique en vigueur ne tenant pas compte des différences nutritives intrinsèques ou acquises.

Alors qu'une fumure insuffisante conduit à un manque à gagner certain une fumure azotée excessive est peu rentable et provoque un gaspillage réel de l'engrais par suite d'une consommation de luxe par la canne dont les tiges sont enlevées du champ à la récolte ou d'un lessivage, hors de la portée des racines, des nitrates produits en surabondance. De plus, un excès d'azote est souvent préjudiciable à la bonne maturation des cannes et peut dans certains cas les prédisposer aux maladies, à la verse, etc.

On conçoit donc que la fumure azotée de production courante devra être fixée avec toute la précision désirable, les apports excédentaires ne pouvant être capitalisés dans le sol, alors que les fumures phosphatées ou potassiques, ou celles apportant des éléments secondaires ou des oligo-éléments, sont bien mieux stockées, ce qui permet d'en faire usage à doses calculées largement et à intervalles beaucoup plus éloignés.

Une méthode, mise au point par confrontation expérimentale au cours des vingt cinq dernières années, le diagnostic foliaire, qui repose sur la connaissance du milieu nutritif chez la plante elle même dans les conditions naturelles de végétation, est de l'avis des mieux autorisés, la plus exacte dont on dispose actuellement pourvu qu'elle soit menée en conjonction avec des réponses à l'engrais enregistrées dans une série d'essais comparatifs réalisés en plein champ. Cette précaution est d'autant plus nécessaire qu'il s'agit de résoudre le problème de la fumure azotée qui, nous l'avons dit, réclame une solution précise.

Il convient d'insister cependant sur une mesure indispensable souvent ignorée ou négligée : la nécessité de porter patiemment ses observations sur environ trois années, de façon à déterminer, par l'analyse foliaire, un état nutritif moyen en rapport avec des conditions atmosphériques s'écartant peu de la normale.

D'autre part, il y a lieu de rechercher des relations chiffrables de cause à effet entre les teneurs de la feuille en un élément chimique considéré — diagnostic foliaire — et les réponses à l'engrais et non avec les rendements absolus des récoltes qui, eux dépendent d'un ensemble de conditions physiques, chimiques et biologiques imposé au végétal.

Ainsi, l'optimum alimentaire, clé d'interprétation indispensable à l'établissement de tout diagnostic, doit être défini comme la teneur de la feuille, au dessus de laquelle l'élément nutritif considéré, apporté sous

forme d'engrais supplémentaire, cesse de produire une réponse rentable chez la plante cultivée. Cet optimum est perfectible avec l'expérience, il est même revisable, pour s'aligner aux impératifs économiques.

Par exemple, une culture pourrait montrer un DF optimum pour l'azote et fournir une récolte médiocre, alors qu'une autre révèlerait un DF déficitaire en azote et un rendement absolu en fin de récolte dépassant largement celui de la première culture. En somme, dans le premier cas, l'emploi d'engrais azoté complémentaire est contre-indiqué, d'autres éléments ou d'autres facteurs étant à incriminer au sujet du rendement décevant constaté, alors que dans le second cas, l'apport d'azote serait encore rentable, puisque son niveau révélé par diagnostic foliaire est relativement moins élevé par rapport aux autres facteurs de croissance influents.

Pour mener à bien l'objectif agronomique dans le sens le plus large, il conviendra bien entendu de rechercher ce ou ces facteurs limitants, afin de les redresser, autant que cela sera réalisable, le rendement accru obtenu par la suite provoquera vraisemblablement un nouveau DF, cette fois déficitaire en azote, et qu'il sera loisible de combler pour franchir une nouvelle étape dans l'échelle du progrès.

Seule, la connaissance de la nutrition de la plante *in situ* permet de faire cette distinction capitale, afin de déduire la formule d'engrais appropriée, partant, la mieux rentable.

Voici brièvement comment procéder pour déterminer le besoin en azote de variétés de cannes recommandées pour la grande culture dans les conditions de sol et de climat leur convenant le mieux. Il s'agit d'études strictement locales intégrant tous les facteurs rencontrés en pratique agricole courante.

Selon la règle adoptée par le M.S.I.R.I., les variétés nouvellement agréées sont soumises à des essais comparatifs complémentaires multiparcellaires et pluri-locaux, comportant des sous parcelles alimentées différemment en azote dans les deux premiers mois de croissance une dose faible, 20 kg de N/arpent une dose moyenne, 40 kg, et une dose élevée, 60 kg.

A partir de la 1ère repousse, on échantillonne systématiquement les rondelles des 3èmes feuilles sur toutes les parcelles indistinctement, à 2 ou 3 reprises en période de pleine végétation. entre les âges de 4 et de 6 mois.

Au bout de 2 ou 3 années d'observations on procède à l'interprétation d'ensemble conduisant à recommander telle ou telle variété pour la grande culture dans la région naturelle lui convenant.

On confronte alors pour chaque variété recommandée les données de l'analyse foliaire avec les réponses exprimées en sucre obtenu avec les engrais azotés dans les situations favorables retenues. Deux relations sont à rechercher :

1) La courbe du changement progressif de la teneur de la feuille en azote, en fonction d'un apport fixe de 20 kg d'azote à l'arpent,

2) la réponse nette, exprimée en sucre à l'arpent, à ce même apport en fonction de la teneur initiale de la feuille en azote. Le DF optimum est par définition associé à la réponse nulle.

Les deux représentations graphiques annexées montrent les résultats obtenus au cours des trois dernières années, avec les variétés recommandées : B. 37172 et Ebène 1/37.

Les tableaux suivants complètent les observations relevées sur des repousses en 1956.57 et 58, en chiffrant les besoins en engrais azotés et les réponses en sucre escomptées à partir des DF initiaux.

| | DF initial | Besoin en N | Réponse escomptée | Equivalent engrais | Réponse nette |
|---|---|---|---|---|---|
| | N % m. s. | pour atteindre DF optimum kg sul am/arpt | kg sucre/arpt | kg sucre arpt | kg sucre arpt |
| B 37172 | DF opt. 1,95 | | | | |
| Mount ... | 1,34 | 325 | 1810 | 260 | 1550 |
| Bon Espoir ... | 1,49 | 285 | 1330 | 230 | 1100 |
| Beau Vallon ... | 1,55 | 230 | 1130 | 180 | 950 |
| Union Flacq ... | 1,79 | 130 | 400 | 100 | 300 |
| EBENE 1/37 | (DF opt. 1,75) | | | | |
| Mount ... | 1,31 | 265 | 1170 | 210 | 960 |
| Union Flacq ... | 1,58 | 125 | 370 | 100 | 270 |
| Eau Bleue ... | 1,68 | 100 | 160 | 80 | 80 |
| Bonne Veine ... | 1,79 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Il est probable que les exemples fournis qui ont servi de base à l'interprétation proposée sont des extrêmes correspondant à des champs de faible étendue, alors qu'en pratique les différents secteurs d un grand domaine sucrier devront constituer, pour chaque variété, des unités distinctes en vue de fixer les doses d'engrais azotés à apporter. Il n'en reste pas moins que la mise en œuvre du DF pour déterminer la dose optimale d'azote propre à chaque cas particulier va révéler bien des surprises comparée aux doses moyennes qui ont cours actuellement.

Nous proposons donc que désormais le DF azote complète les DF phosphore et potassium poursuivis systématiquement depuis une dizaine d'années sur presque toutes les exploitations sucrières de l'île par les soins du M.S.I.R.I.

Les moyennes mobiles de DF sur trois dernières années serviront de

guide permanent à l'établissement des doses d'azote, modifiables dans le temps, selon les prix relatifs du sucre et de l'engrais pour aider au meilleur développement de chaque variété recommandée.

La prise consciencieuse d'échantillons représentatifs de feuilles en temps voulu, est forcément le point de départ essentiel à tout contrôle de l'alimentation des cultures ; nul ne saurait s'y soustraire sans fausser tout l'ensemble.

Une précaution supplémentaire est rendue nécessaire, celle de faire dessécher les rondelles rapidement afin d'éviter toute perte d'azote avant l'analyse au laboratoire.

## BIBLIOGRAPHIE

P. PREVOT et M OLLAGNIER (1956) — Méthode d'utilisation du diagnostic foliaire. *Analyse des plantes et problèmes des fumures*, pp. 177-192. I.R.H.O., Paris.

F. G. VIEST Jr. et J. HANWAY — How to determine nutrient needs. *Soil. The Yearbook of Agriculture 1957* pp. 173-184. U.S.D.A., Washington D.C.

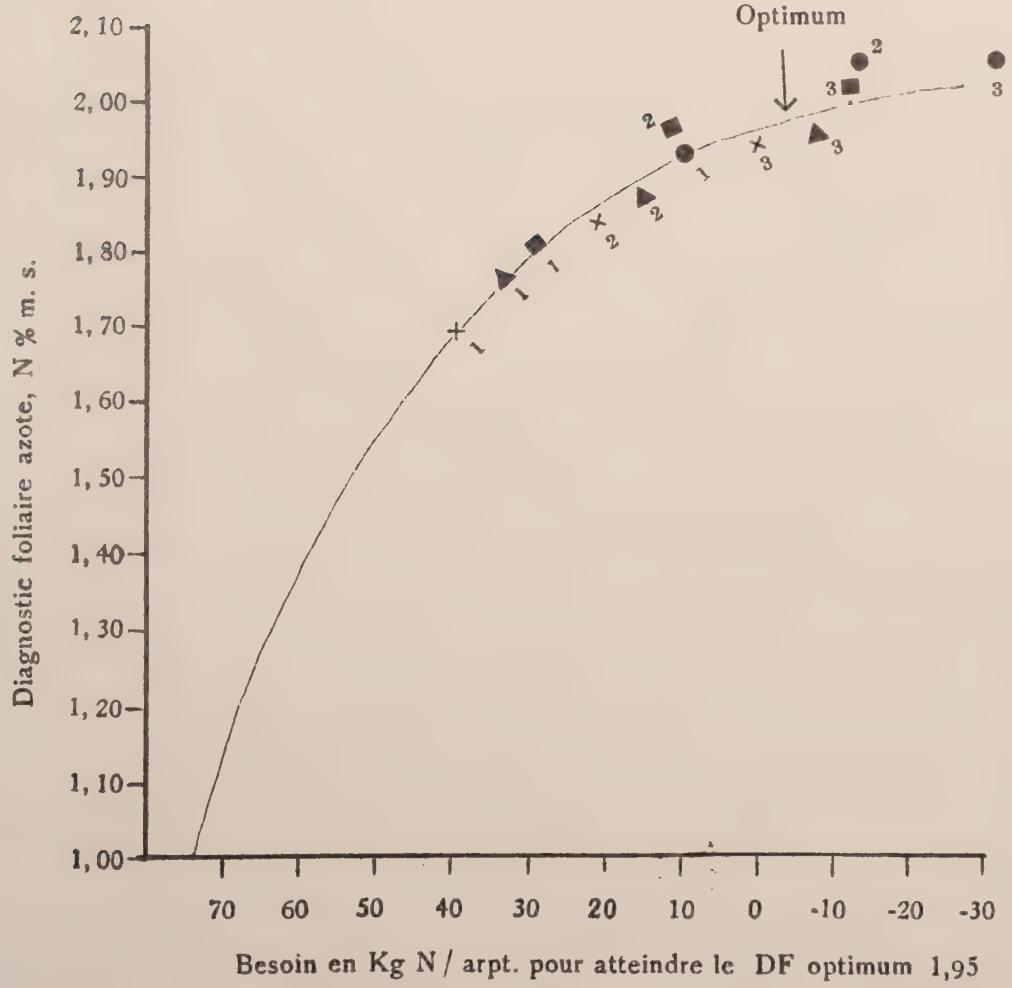
## SUMMARY

The author reviews the economics of fertilization in sugar cane production. The effect of insufficient nitrogen fertilization on cane yield is obvious. On the other hand excessive N fertilization is uneconomical and contitutes a waste as N cannot be stocked in the soil.

The author therefore stresses the importance of precise N fertilization based on foliar diagnosis data. These data coupled with field responses to N in post-release trials have enabled the author to determine the needs in N of the two recommended varieties B. 37172 and Ebène 1,37 on the basis of their initial Nitrogen index.

# Besoin quantitatif de la Canne en Engrais Azotés.

B 37172




**SITUATION** — Traîtements différentiels

| | | |
|---|---|---|
| MOUNT | × | |
| BON ESPOIR | ▲ | 20 40 60 Kg N/Arpt. |
| BEAU VALLON | ■ | 1 2 3 Doses |
| UNION FLACQ | ● | |

**EQUATIONS**

$DF_{20} = 0.53\ DF + 0.96$ (1956, 57, 58)

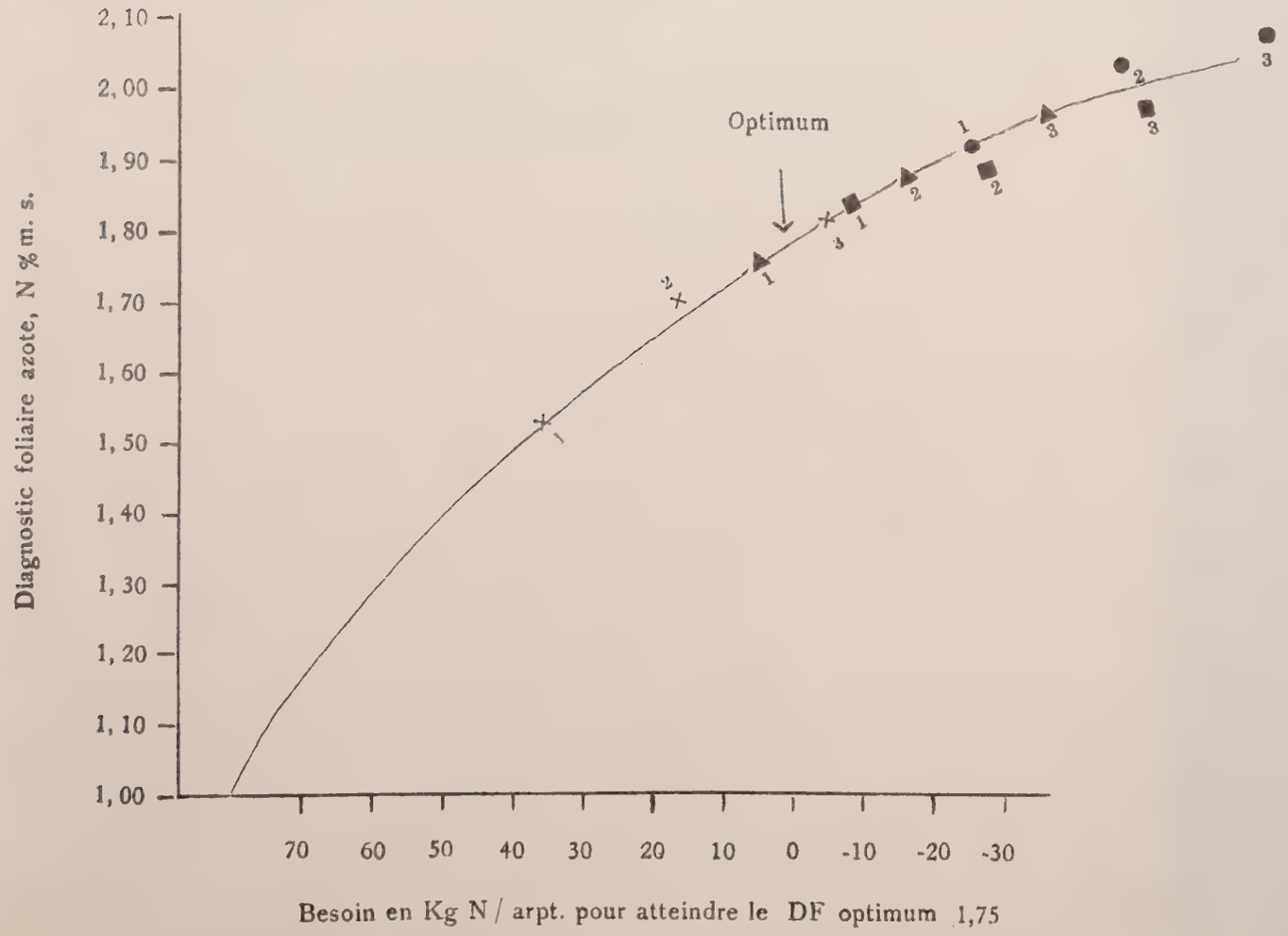
Réponse nette

à 20 Kg N/Arpt. $= 3.13 - 1.61\ DF$

en Tonnes sucre/Arpt. (1956, 57)

## Besoin quantitatif de la Canne en Engrais Azotés.

EBENE 1/37




**SITUATION**

MOUNT ×
UNION FLACQ ▲
EAU BLEUE ■
BONNE VEINE ●

Traîtements différentiels

20 40 60 Kg N/Arpt.
1 2 3 Doses

**EQUATIONS**

$DF_{20}$= 0,79 DF + 0, 47 (1956, 57, 58)

Réponse nette
à 20 Kg N/Arpt. =2.43—1.42 DF
en Tonnes sucre/Arpt. (1956, 57)

# A REVIEW OF PHOSPHATIC FERTILIZATION IN MAURITIUS

by

D. H. PARISH
*Chemist, M. S. I. R. I.*
&
S. M. FEILLAFÉ
*Senior Assistant Chemist, M. S. I. R. I.*

Of the three major elements in plant nutrition, phosphorus can claim pride of place in being the one which has caused the most argument and confusion.

That it is an essential element is easily demonstrated. That it is a major essential element is likewise easily shown, a cane crop of 30 tons containing some 22 kgs $P_2O_5$. Thereafter difference and confusion arise. Terms like 'fixation', 'availability' and 'reversion' are used without any clear-cut idea of what they mean in theory and in practice.

We shall attempt in this brief talk to present current ideas on the problems of phosphate fertilization and their applicability to local conditions.

Among the first scientific fertilizer developments was the production of superphosphate, a product made by acid digestion of insoluble calcium phosphate, in the earlier days in the form of bone but nowadays as crushed rock phosphate. The reason for carrying out this treatment was that working on fundamental principles it was reasonable to assume that solubilized phosphate would be more available to the plant than the insoluble form. Early experiments proved this reasoning to be well founded and superphosphate became, and still is to-day, the most widely used phosphatic fertilizer of all. Complications of this simple reasoning of soluble phosphorus being more available to the plant soon arose as it was found that an certain soils insoluble phosphate gave superior results, whilst chemical studies showed that soluble phosphate when added to the soil disappeared. Thus terms of 'fixation', 'availability' and 'reversion' were coined and explanations of these changes sought.

The studies of fixation have shown that it is not a simple precipitation or absorption, and that the chain of reactions varies according to whether the soil is acid or alkaline, organic or mineral, and so on. For our acid and kaolinitic lateritic soils the following changes occur to added phosphate.

$$\left.\begin{array}{l}\text{Gibbsite}\\ \text{Haematite}\\ \text{Kaolinite}\end{array}\right\} + PO_4^{---} \rightleftharpoons = \text{Fe or Al } (H_2O)_3\ (OH)_2\ H_2PO_4{}^{*}$$

*Hemwall, J. B., *Advances in Agronomy*, Vol. IX, 1957.

It will be seen that the reaction is reversible, but with our type of soil the balance lies to the right. This then is 'fixation' and represents the change from soluble to insoluble form.

The availability of the fixed phosphate, i.e. the capacity of the phosphate to meet the requirements of the plant, varies considerably according to soil conditions.

Fixed phosphate however is never completely unavailable and can always be used to some extent by the plant.

The effects of low levels of soil phosphate on the cane vary greatly with the age of the cane.

The young plants may be considerably smaller than their neighbours grown on adequate phosphate, but this difference tends to disappear as the cane gets older and the root system explores greater volumes of soil.

The effect of stronger feeding is well illustrated by taking Hawaiian results. There the cane grows for 24 months and even in some cases in the wet cold districts for 36 months. Proved deficiencies of phosphate in one year old cane have been known to disappear without any corrective treatment being applied by the time the cane matured This illustration of the greater feeding power of older cane does not mean to say that the Hawaiians have not had responses to phosphate fertilization.

With our one year crop low soil phosphate will therefore be more critical for the cane than would be the case if we worked on a longer season. This demonstrates clearly the danger of doing soil analyses for phosphate and using the critical levels found in Hawaii, even though the soils may be identical.

Bearing these points in mind, we will now discuss the phosphate status of our local soils and give a few interpretations on phosphate fertilization in general with some preliminary results from our own experiments.

From the graph — Diagram A opposite page — showing imports of fertilizer material into Mauritius, it is interesting to follow the trend in phosphate imports compared with N and $K_2O$ imports over the years from 1900-54.

It will be seen that the nitrogen and potash imports have followed closely the total sugar production which has increased spectacularly since 1945 whilst phosphate imports have lagged well behind the two other nutrients and have even shown a tendency to fall off.

By breaking down the amount of nutrient imported in Mauritius per ton of cane produced, and giving costs in terms of fertilizers, we find for the years 1950-54 the following figures :

| | Kg. of nutrient /ton of cane | Cost of nutrient Rs/ ton of cane |
|---|---|---|
| N | 1.20 | 2.16 |
| $P_2O_5$ | 0.24 | 0.17 |
| $K_2O$ | 0.70 | 0.42 |

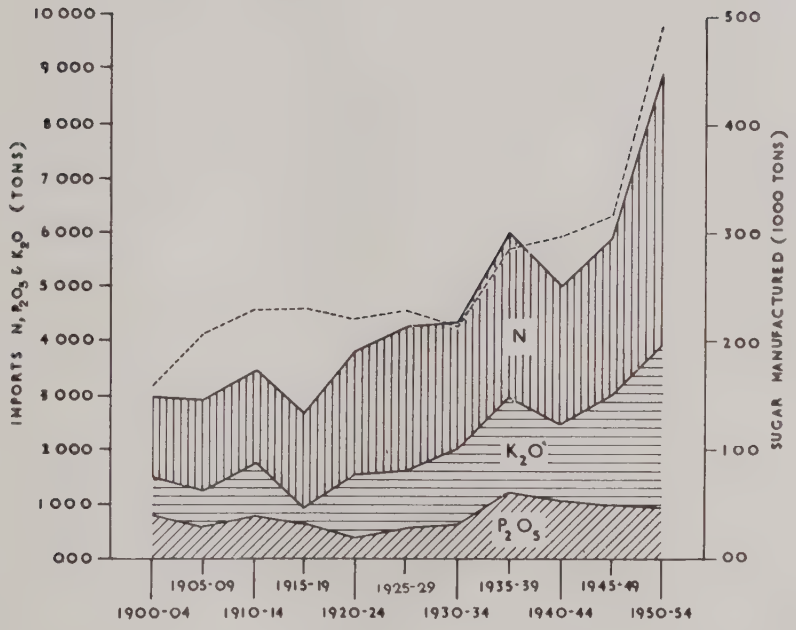



Diagram — A

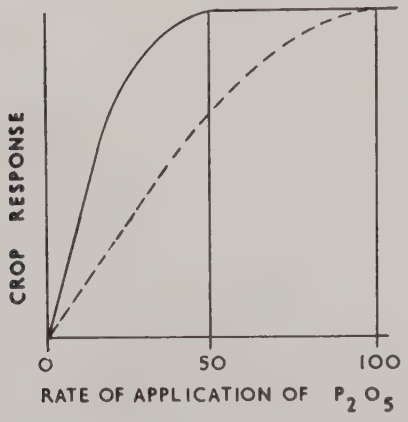



Diagram — B

These figures do not include the substantial amounts of potash added in the form of molasses, and phosphate returned as scums, which amount to about 3,000 tons of $K_2O$ and 1,200 tons of $P_2O_5$ respectively. These returns however do not affect the monetary comparisons which are made.

The ratios of money spent on the nitrogenous, phosphoric and potassic fertilizers are of the following order : 12.5 : 1 : 2.5. This shows that phosphorus fertilization is being neglected not only in the balance of nutrient which is normally applied, but also economically, as there is no reason to spend 2.5 times as much money on potash imports relative to phosphate when deficiencies of the latter nutrient are affecting a larger percentage of the total cane growing area.

Halais (1957) has shown as a result of his study of foliar levels of phosphate that more than one-third of the cane-growing lands of Mauritius are deficient in this nutrient and an explanation of this neglect of phosphorus as a fertilizer is needed.

In Mauritius the source of phosphates has always been "guano phosphaté" brought from neighbouring islands. This guano has always been applied as a band in the furrow at planting.

Scums have also been utilized but as this is a factory product and requires good transport to the fields, the tendency has been that areas close to the factory received the scums, whilst outlying fields and planters' lands did not receive this supplement.

Phosphorus, of the three fertilizer elements N, P, K, is probably the least dramatic in its effects on the appearance of the plants, deficiency symptoms being usually just a purplish tinge on the leaves ; yet in terms of yield it is just as vital as the other two nutrients and, when lacking, can impose a limit to yields which no excess of nitrogen or potash can overcome. As already pointed out owing to the insoluble form of phosphate used it was applied entirely in the furrow. Under these conditions an incipient impoverishment of the soil in phosphate could easily occur without notice. In addition, due to the effects of higher yielding varieties, the cultivation of marginal lands markedly deficient in phosphate, longer ratooning periods and the widespread awareness of the value of nitrogenous and potassic fertilizers, the tendency has been to accentuate the deficiency of phosphate occurring in the industry as a whole.

From the foregoing résumé of our phosphate position we feel everyone will agree that there is ample scope for improvement, the problem facing us being how best to remedy the situation.

In order to obtain a maximum efficiency from applied phosphate it is necessary to know not only the extent of soil deficiency but also the optimum rate, time and frequency of application as well as the best method of placement and the form of fertilizer to use. There are thus five important variables to be studied before a thoroughly rationalised scheme of phosphate fertilization can be drawn up ; added to these factors is the economic maxim that the most

efficient use of a fertilizer is obtained when the ratio of the value of crop increase to cost of fertilization is at a maximum.

When testing the efficacity of different fertilizers it is essential to have a high degree of sensitivity and two conditions are therefore important : the soil must be deficient in phosphate and the fertilizer phosphate must be applied at minimal rates so that the comparison of the efficacy of the forms of fertilizers employed can be restricted to the steeply rising portion of the response curve. This is demonstrated in Diagram B opposite page 208.

Under field conditions there is some difficulty in meeting these requirements, but it is hoped that these difficulties may be overcome by careful selection of sites and adjustment of the level of fertilizer to be applied.

We have carried out some preliminary experiments and we will obtain much more information this year.

The following comments are broad recommendations which are based on our experience so far.

The problem of overcoming phosphate deficiency resolves itself into two parts. Firstly, the amount of 'guano phosphaté' to be applied in the furrow at planting should be assessed by a study of the foliar diagnosis figures for phosphate in the particular sector involved. A marked deficiency of phosphate would indicate that guano at the rate of approximately one ton per acre should be applied. Many estates are now applying this amount at planting and results are satisfactory, whilst other areas known to be deficient in $P_2O_5$ receive as little as 250 kg. of guano and this amount is expected to last for up to eight ratoons.

Marked responses to phosphate in virgins can easily be demonstrated and results of work carried out by the Chemistry Division have shown gains of over 100% in yield of cane. The different forms of fertilizer employed are more or less similar in their efficacy when applied in the furrow at planting.

If the ratoon crops show deficiency of phosphate, the use of some soluble phosphatic fertilizer should be seriously considered. Results of work carried out by the Chemistry Division have shown that soluble phosphate applied to ratoon crops can and does enter the plant. These soluble forms of phosphate are expensive, but some are approaching in cost the price of the phosphate in guano.

The use of the cheaper forms of soluble phosphate is indicated for ratoons which are suffering from phosphate deficiency, and the application of 25 - 50 kgs of $P_2O_5$ to the canes is probably a sound investment financially, as this treatment will give bigger yields and enable ratooning to be extended to the normal length of time.

In ratoon canes experimental results so far obtained with soluble phosphate show yield increases of the order of five tons per acre and this on fields yielding 40 tons of cane. These experiments were carried out on estate lands and better results could be expected elsewhere.

The Chemistry Division has a considerable research programme under way to study the various soluble phosphates and to find their limitations and advantages when compared with ' guano phosphaté '. Placement is one problem, for it is necessary to be able to apply as little as 25 kgs of $P_2O_5$ per arpent and to obtain good uptake by the plant. The use of the small booster doses may prove exceedingly useful and is on the lines of the widely supported theory that a little nutrient applied often, and placed well, can give better results than the use of massive doses. In this connection it should be pointed out that the band application of heavy dressings is not the correct method for an insoluble phosphate, such as ' guano phosphaté ' ; rather should insoluble fertilizer be incorporated into the soil as thoroughly as possible. This procedure assists the plant in obtaining the maximum benefit from the fertilizer. With soluble fertilizers the contrary is the correct procedure, good placement helping to prevent a heavy reversion of the soluble phosphate to forms which are more slowly available to the plant.

*Résumé*

Les auteurs passent en revue le mécanisme de la fixation du phosphate dans les terres latéritiques. Ils font état de la carence phosphatée des terres à canne, telle qu'elle est révélée par le diagnostic foliaire et expliquent cette carence par le fait que les importations d'engrais phosphatés sont restés pratiquement les mêmes qu'au début du siècle alors que la production sucrière a plus que triplé.

Les résultats d'expériences entreprises par les auteurs ont montré que dans le cas d'une déficience marquée, il y a avantage d'employer une tonne de guano phosphatée à l'arpent dans le sillon à la plantation. Si les repousses montrent encore une déficience on aura alors recours à un phosphate soluble. En général, les phosphates insolubles comme le guano phosphaté, seront intimement mélangés au sol, tandis qu'un phosphate soluble sera placé en bande afin d'éviter une fixation trop rapide.

# CRITÈRE ET FORMULE DE COMPARAISON ENTRE CHAMPS, PARCELLES, VARIÉTÉS OU TRAITEMENT DE CANNES

par

EMILE HUGOT

*Directeur, Sucreries de Bourbon, La Réunion.*

Dans tous les pays faisant du sucre de canne, le producteur a constamment besoin de comparer entre eux les rendements qu'il obtient sur divers champs plantés en diverses variétés. Dans les stations expérimentales, les agronomes ont constamment besoin de comparer entre eux les résultats obtenus des diverses parcelles d'une expérience, soit afin de déterminer la meilleure parmi plusieurs variétés, soit dans le but de connaître le meilleur traitement entre différents dosages d'éléments fertilisants.

Toutes ces comparaisons se font, de façon ancienne et traditionnelle, sur la base du rendement en sucre à l'hectare ou à l'arpent. On compare entre elles les quantités de sucre fournies par chaque variété par unité de surface, et l'on décide que la meilleure variété est celle qui a fourni le plus de sucre à l'hectare ou à l'arpent. C'est elle qu'on sélectionnera. De même que dans un carré latin comparant diverses formules de fumure, c'est la parcelle qui fournira le plus du sucre à l'arpent qui sera censée avoir reçu la fumure la plus favorable, et l'on tiendra seulement compte, à son débit, de la dépense d'engrais correspondante.

Nous prétendons que ce mode de comparaison est erroné et que la variété ou le traitement retenu de la sorte ne sont pas toujours celle ou celui que le producteur a intérêt à conserver.

Un exemple très simple va vous permettre de saisir tout de suite notre thèse. Supposons qu'un de vos Administrateurs de sucrerie ait monté une expérience pour comparer dans ses terres deux variétés X et Y, et supposons qu'il soit arrivé au résultat suivant :

X 40 t/arpent avec 15% de sucre extractible = 6 t. sucre arpent

Y 50 ,, , 12% ,, ,, ,, = 6 t. ,, ,,

Peut-il réellement conclure que les deux variétés sont équivalentes ?

Non, car en réalité ce n'est pas du sucre que le producteur de sucre a pour but essentiel de produire ; c'est de l'argent. Or, dans l'exemple choisi, il aura payé pour la variété Y la coupe, le transport et les frais de manipulation sur 50 t.c., tandis qu'il n'aura payé pour X ces frais que sur 40 t. Pour lui, il est hors de doute que X est plus intéressante que Y.

Devant cette constatation évidente, quel critère convient-il donc de choisir pour comparer deux variétés ou deux traitements différents ?

Un calcul rapide nous fournira la solution, qui est très simple.

Un arpent de cannes nous coûte :

$$\text{Dépense} = F_a + R.P_a + R(F_u + 10\,S.P_u)$$

$F_a$ = frais fixes agricoles, en Rs par arpent (préparation, plantation fumure, entretien.)

$P_a$ = frais agricoles proportionnels en Rs par t.c. (coupe et transport).

$F_u$ = frais fixes à l'usine en Rs par t.c. (main d'œuvre, fournitures, lubrifiants, amortissement etc).

$P_u$ = frais proportionnels à l'usine, en Rs par kg de sucre (sac de jute, manutention, stockage, etc).

$R$ = rendement aux champs, en t/arpent.

$S$ = sucre extractible % kg de canne.

Ce même arpent de cannes nous rapporte :

$$\text{Recette} = R \times 10\,S \times V$$

$V$ = valeur du kg de sucre, en Rs.

Le bénéfice obtenu est donc :

$$\text{Bénéfices} = 10\,RSV - F_a - R.P_a - R(F_u + 10\,S.P_u)$$

ou

$$10\,RS\,V - P_u - R(P_a + F_u) - F_a$$

Supposons que nous ayons : $V$ = Rs 0,45 le kg ; $P_u$ = Rs 0,02 ; $P_a$ = Rs 8 ; $F_u$ = Rs. 9 ; $F_a$ = Rs. 430. Il vient :

$$\text{Bénéfice} = 10\,R\,S\,(0{,}43) - 17\,R - 430 = R(4{,}3S - 17) - 430$$ ou, en prenant pour unité de compte une monnaie valant Rs. 4,3 :

$$R(R-4) - 100$$

Laissant de côté le terme constant, nous voyons donc que le bénéfice varie proportionnellement au produit du rendement au champ, R, par le sucre abtenable - 4.

Dans le cas que nous avions cité, la comparaison donne :

$$X : 40\left(\frac{15-4}{100}\right) = 4{,}4$$

$$Y : 50\left(\frac{12-4}{100}\right) = 4$$

et l'intérêt de X par rapport à Y devient net.

*Commentaires.* — Le terme soustractif 4 représente en somme les frais que nous avons subis et qui sont imputables à la tonne de canne, indépendamment de sa richesse, c'est-à-dire la coupe, le transport et la manipulation.

On nous a fait remarquer que ce terme soustractif, ici 4, était variable et dépendait de plusieurs facteurs évoluant dans le temps tels que prix du sucre, coût de la main d'œuvre, de la coupe, du transport, etc. Ceci est vrai, mais il vous sera facile de vérifier que pour des conditions extrêmes, ce facteur se tient toujours entre 3 et 5, et que, pour l'énorme majorité des cas, et à l'intérieur d'un même pays, et a fortiori pour une même usine, il ne varie pas de plus d'un demi-point autour de sa valeur moyenne. A Bourbon, par exemple, sa valeur est de 4 et, bien que nous nous occupions de 12 propriétés différentes, portant leurs cannes à quatre usines différentes, les unes très proches de l'usine, les autres très éloignées, certaines irriguées, d'autres en culture sèche, les unes en plaine et en culture mécanisée, les autres en montagne et cultivées à la main, le terme soustractif 4 s'applique pour nous partout. Sa valeur la plus aberrante est comprise entre 4,5 et 5 pour une propriété marginale, située entre 300 et 700 m d'altitude à 20 km. de son usine.

Nous pouvons en conclure qu'il n'y a pas lieu de « couper les cheveux en quatre » et de prendre le terme soustractif avec une décimale. On adoptera le nombre entier le mieux situé au milieu des diverses valeurs exactes trouvées. Pour notre part, nous avons adopté la formule R (S — 4) et nous nous en trouvons fort bien. En outre, il est facile de vérifier qu'un écart de ½ point, et même d'un point, ne modifie généralement pas la conclusion.

Au contraire, si, géné par exemple pour décider entre 3 et 4, ou entre 4 et 5, on en concluait que, le terme soustractif étant variable, autant ne pas en tenir compte, alors nous pouvons affirmer que les comparaisons sont nettement fausées et perdent une grande partie de leur valeur. Supprimer le terme soustractif revient à favoriser les variétés pauvres ou les traitements nuisant à la richesse contre les variétés riches et les traitements optima. Il n'y a pas grand inconvénient à appliquer la formule R (S — 4) là où il faudrait R (S — 5), mais il y a gros inconvénient à les remplacer toutes deux par RS, c'est-à-dire par le rendement en sucre à l'arpent, qui n'est guère plus simple, et qui fausse les conclusions.

Le gain de précision apporté par cette formule devient d'autant plus nécessaire que les variétés de cannes actuelles sont maintenant devenues très proche les unes des autres, et exigent des expériences précises et des moyens importants pour être départagées. Anciennement on comparait deux ou trois variétés, et celle ui fournissait le plus de sucre à l'arpent avait des chances d'être de toutes façons la meilleure. Aujourd'hui, la compétition est devenue très serrée, et toute faute commise dans la sélection risque de détourner le producteur de la variété la plus intéressante. Pour nous, qui appliquons cette formule depuis quatre ans,

nous pouvons vous affirmer avoir souvent rencontré le cas où la variété qu'elle mettait en tête n'était pas celle accusant le plus de sucre à l'hectare. Il en est tout à fait de même pour les traitements dans une expérience d'engrais.

Nous ne pouvons donc que vous recommander d'employer la formule R (S — 4), à vos administrateurs de propriétés, pour comparer leurs variétés, à vos agronomes pour comparer les résultats des traitements de leurs carrés latins et autres essais en station expérimentale. Ce sera incontestablement un outil plus précis et une amélioration dans la méthode.

Il vous intéressera peut-être de connaître de quelle façon nous avons adapté l'emploi de cette formule au contrôle de nos champs.

Nous établissons en fin d'année des feuilles de rendements aux champs comportant le tableau des rendements obtenus par champ et par variété. Ce tableau est classé dans l'ordre : Vierges, 1ère Repousses, 2ème Repousses, etc , avec évidemment les moyennes pour chaque catégorie et, à la fin, la moyenne générale de la propriété. Il comporte les colonnes suivantes, où Z représente (S — facteur) :

| Nom du champ | Date de coupe | Variété | Superficie | Poids en kg | R | Z | RZ | $\lesseqgtr$. RZ | $\lesseqgtr$. RZ/n |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |

$\lesseqgtr$ RZ = cumul des RZ. depuis la vierge jusqu'à la coupe considéré incluse.

$\lesseqgtr \frac{RZ}{n}$ = quotient de $\lesseqgtr$ . RZ par le nombre de coupes.

Ce système permet de connaître, pour chaque parcelle, et par conséquent pour chaque variété, le bénéfice total qu'elle a laissé depuis que le champ a été récolté en vierges, cumulé d'année en année, et rapporté à l'hectare.

Nous groupons ensuite, par variété, dans chaque catégorie, les résultats cumulés, c'est-à-dire, les $\lesseqgtr$.RZ/n, et nous avons finalement un tableau-résumé, dont chaque ligne représente chaque variété, et dont les colonnes successives donnent les qualités de sucre-bénéfice par ha cumulées ($\lesseqgtr$.RZ/n), en Vierges, en Vierges et 1ère, de Vierges à 2è, de Vierges à 3è, etc .. jusqu'aux dernières repousses conservées.

Un tel tableau, évidemment, ne saurait remplacer une experience précise en carrés latins, mais il présente les avantages suivants :

a) Il couvre la totalité de la propriété, sans exception.

b) Il représente la moyenne de tous les sols, tous les champs, toutes les conditions subies par la généralité de la propriété.

c) Il représente, pour les repousses, une moyenne de 2, 3,4, . 6 ans, qui couvre toutes les conditions, années pluvieuses, sècheresse, cyclones, etc., enregistrées depuis la plantation de la rotation considérée.

d) Il représente la moyenne de superficies importantes pour toutes les variétés en grande culture.

Par contre, il a l'inconvénient de ne pas tenir compte : a) Des dates de coupe, qui sont différentes. Si la coupe est méthodique (dernières repousses, Vierges, 1ères, 2èmes, etc.), cet inconvénient est toutefois diminué. b) Des qualités différentes des divers sols.

Mais n'oublions pas que, si un carré latin n'est pas sujet à ces inconvénients, il coûte cher, il laisse des risques d'erreurs, et ne s'applique qu'à un champ déterminé. Le champ voisin fournit parfois des résultats contradictoires, bien que tout aussi significatifs.

Nous pensons donc que le Tableau de Campagne résumé dont nous venons de parler constitue pour le moins un adjuvant précieux aux expériences éparpillées sur la propriété, et fatalement peu nombreuses. Sans donner un résultat mathématique, ce tableau est, à notre avis, au moins aussi utile pour décider des variétés à planter dans l'avenir.

*Summary*

Criterion and comparative formula for assessing the merits of sugar cane fields, plots, varieties and fertilizer treatment.

In all sugar cane producing countries comparative figures are needed to assess the merits of different cane varieties, fertilizer treatments or other variables. The criterion used for this purpose has always been the weight of recoverable sugar per unit area. In the author's view this criterion is obsolete and may even be misleading, as it does not take into consideration all the expenditure incurred in each case. Hence the author has developped a formula in which the criterion recoverable sugar per unit area is replaced by net profit.

# ÉTUDE COMPARÉE DE L'ÉCONOMIE DU TRANSPORT DES CANNES A MAURICE

par

FRANCIS NORTH-COOMBES

*Administrateur, Mon Désert-Alma Sugar Estate*

Le problème des transports est dans toute exploitation agricole un problème capital. A Maurice, où les cannes sont transportées par différents moyens ce problème reste des plus compliqués, une synchronisation de tout le système étant nécessaire afin d'assurer une alimentation régulière des sucreries d'un bout à l'autre de chaque campagne sucrière.

En effet les cannes sont transportées des champs aux usines par tramways, par camions et par charrettes.

Il serait utile ici de faire marche arrière et de voir comment a évolué la question du transport à Maurice.

Tout d'abord au début même de l'industrie sucrière les cannes étaient transportées des champs à dos d'esclaves. C'est à partir de 1825 que le planteur se sert de charrettes tirées par des mules, des bœufs ou des chevaux.

Ce système devait durer jusqu'en 1902 époque où sévit le surra qui détruisit la presque totalité des bêtes de trait du pays. A compter de cette date les propriétés s'organisent différemment et aidées par le *Mechanical Transport Loan* de 1903 construisent avec fièvre des lignes de tramways pour transporter leurs cannes aux usines dans des wagons, dits wagons à corbeilles, tirés par des locomotives à vapeur, poussives pour la plupart.

Le Derrick introduit en 1914 devait en quelques années changer la face des choses. Les wagons dits corbeilles sont bientôt transformés pour se conformer au nouveau mode de déchargement. Les premiers camions sont introduits quelques années plus tard et certains propriétaires en font timidement l'essai pour le transport de leurs cannes. Mais ce n'est qu'après la seconde guerre mondiale que ce mode de transport s'impose sur nos exploitations sucrières. Le gros planteur imite l'usinier et remplace progressivement ses charrettes à bœufs par des camions.

Un regard rapide sur le tableau suivant indique un glissement sensible vers la route. Si l'étendue des voies ferrées, le nombre de wagons et de locomotives n'a guère varié depuis 1947 par contre nous voyons le nombre de camions, de tracteurs et de remorques augmenter considérablement en même temps que diminue le nombre de charrettes.

## TABLEAU 1

### A-RAIL

| Années | Lignes Tram : Kms | Wagons No. | Locomotives | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Vapeur | Pétrole | Huile Lourde | |
| 1947 | 1868 | 7494 | 182 | 17 | 11 | 210 |
| 48 | 1718 | 7431 | 170 | 18 | 32 | 220 |
| 49 | 1749 | 7993 | 163 | 13 | 46 | 222 |
| 1950 | 1757 | 7923 | 154 | 9 | 63 | 226 |
| 51 | 1872 | 8318 | 153 | 10 | 63 | 226 |
| 52 | 1848 | 8720 | 146 | 11 | 64 | 221 |
| 53 | 1886 | 8812 | 130 | 9 | 80 | 219 |
| 54 | 1946 | 8967 | 125 | 5 | 81 | 211 |
| 55 | 1943 | 9010 | 117 | 4 | 86 | 207 |
| 56 | 1897 | 8832 | 105 | 4 | 91 | 200 |

### B-ROUTE

| Années | Camions | | Tracteurs | Remorques | | Charrettes |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. | Capacité Ts. | No | No. | Capacité Ts. | No. |
| 1947 | 146 | 584 | 21 | 76 | 320 | 268 |
| 48 | 152 | 606 | 28 | 123 | 650 | 265 |
| 49 | 157 | 703 | 37 | 189 | 1035 | 183 |
| 1950 | 167 | 720 | 48 | 216 | 1212 | 165 |
| 51 | 208 | 904 | 58 | 290 | 1642 | 170 |
| 52 | 230 | 1030 | 70 | 329 | 1705 | 167 |
| 53 | 245 | 1127 | 74 | 347 | 1804 | 128 |
| 54 | 246 | 1152 | 89 | 381 | 2002 | 122 |
| 55 | 248 | 1192 | 89 | 390 | 2083 | 91 |
| 56 | 261 | 1279 | 94 | 408 | 2163 | 86 |

Passons maintenant aux quantités de cannes transportées par les différents moyens de transport. Je m'exprimerai ici en pourcentage n'ayant pu obtenir des chiffres de certaines propriétés. Quoique approximatifs ces chiffres font voir d'une façon nette que le transport par route gagne du terrain d'année en année.

| Années | Propriétés | | | Planteurs | | | Moyenne | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wagons | Camions | Charrettes | Wagons | Camions | Charrettes | Wagons | Camions | Charrettes |
| 1947 | 78.4 | 19.3 | 2.3 | 44.9 | 26.9 | 28.2 | 66.7 | 21.9 | 11.4 |
| 48 | 67.1 | 31.4 | 1.5 | 44.9 | 30.4 | 24.7 | 59.5 | 31.0 | 9.5 |
| 49 | 59.7 | 39.3 | 1.0 | 38.3 | 41.3 | 20.4 | 52.3 | 39.9 | 7.8 |
| 1950 | 57.3 | 41.8 | 0.9 | 35.4 | 48.0 | 16.6 | 49.3 | 44.1 | 6.6 |
| 51 | 55.5 | 43.6 | 0.9 | 28.8 | 56.8 | 14.4 | 45.2 | 48.6 | 6.2 |
| 52 | 53.8 | 45.4 | 0.8 | 25.8 | 57.8 | 16.4 | 43.2 | 50.1 | 6.7 |
| 53 | 50.8 | 48.7 | 0.5 | 20.7 | 65.3 | 13.0 | 38.6 | 55.4 | 6.0 |
| 54 | 50.4 | 49.3 | 0.3 | 17.7 | 67.6 | 14.7 | 37.6 | 56.4 | 6.0 |
| 55 | 48.8 | 50.6 | 0.6 | 16.2 | 70.0 | 13.8 | 36.4 | 58.0 | 5.6 |
| 56 | 48.0 | 51.5 | 0.5 | 12.7 | 73.5 | 13.8 | 34.6 | 59.8 | 5.6 |
| 57 | 45.9 | 53.5 | 0.6 | 11.7 | 74.5 | 13.8 | 33.7 | 61.0 | 5.3 |

Le tonnage de cannes transportées par les différents moyens de transport se chiffre ainsi depuis 1952 :

| | *Années* | *par Rail* | *par Route* | *Total* |
|---|---|---|---|---|
| | — | — | — | — |
| Propriétés ... | 1952 | 1,192.336 | 1,167,704 | 2,360.040 |
| Planteurs ... | 1952 | 389.053 | 1,348.053 | 1,737.106 |
| Total ... ... | 1952 | 1,581.389 | 2,515.757 | 4,097.146 |
| Propriétés ... | 1953 | 1,291.480 | 1,257.906 | 2,549.386 |
| Planteurs ... | 1953 | 396.879 | 1,696.594 | 2,093.473 |
| Total ... ... | 1953 | 1,688.359 | 2,954.500 | 4,642.859 |
| Propriétés ... | 1954 | 1,165.615 | 1,294.848 | 2,460.463 |
| Planteurs ... | 1954 | 315 380 | 1,504.235 | 1,819.615 |
| Total ... ... | 1954 | 1,483.995 | 2,799.083 | 4,280.078 |
| Propriétés ... | 1955 | 1,190.981 | 1,308.952 | 2,499.933 |
| Planteurs ... | 1955 | 264.769 | 1,463.055 | 1,727.824 |
| Total ... ... | 1955 | 1,455.750 | 2,772.007 | 4,227.757 |
| Propriétés ... | 1956 | 1,225.044 | 1,392.535 | 2,617.579 |
| Planteurs ... | 1956 | 257.797 | 1,546.051 | 1,803.848 |
| Total ... | 1956 | 1,482.841 | 2,938.586 | 4,421.427 |

Les propriétés sucrières disposant d'un réseau de rails assez conséquent il est naturel de constater que le tonnage transporté par wagons reste pratiquement inchangé. C'est un capital important qui a été investi et il est indispensable de le faire travailler. Par contre la quantité de cannes de planteurs transportées par ce moyen diminue progressivement ce qui est normal, le transport par route comme nous le verrons subséquemment étant sensiblement moins coûteux.

Le tonnage transporté par route indiqué au tableau ci-dessus comprend aussi une certaine quantité de cannes transportées par charrettes, mais ce moyen de transport est en régression et, avec la fermeture des balances qui se trouvent aux confins des propriétés — balance où sont pesées les cannes des planteurs — le transport par charrettes finira par disparaître complètement. Il est en outre très onéreux et lent. Nous n'y reviendrons plus au cours de cet exposé la quantité de cannes, appartenant aux propriétés sucrières transportées de cette façon étant négligeable.

Ce glissement sensible du transport vers la route était à prévoir

car la route offre deux avantages indiscutables que son concurrent le rail ne possède pas, nommément:— la rapidité et la flexibilité.

1. La rapidité de la route sur le rail lui procure les avantages suivants:

(a) Les cannes sitôt coupées sont transportées à l'usine où elles sont immédiatement manipulées réduisant ainsi les risques de fermentation et permettant un rendement accru en sucre.

(b) L'alimentation des sucreries se fait d'une façon plus régulière et l'on n'entend plus de nos jours les sirènes de nos usines lancer des S.O.S. pour réclamer des cannes comme cela se faisait autrefois.

2. La flexibilité de la route sur le rail offre de multiples bénéfices:

(a) Elle permet la récolte d'un champ au moment opportun permettant une fois de plus d'accroître le rendement en sucre.

(b) Le camion peut en outre travailler dans des endroits inaccessibles au rail d'où augmentation sensible de la surface cultivée. Certaines usines auraient été contraintes de fermer leurs portes et des terres hier incultes n'auraient pas produit des cannes sans l'utilisation des camions.

Un rapide coup d'œil sur la carte de Maurice fait voir les sphères d'influence des 26 sucreries qui fabriquèrent du sucre l'année dernière Les sphères d'influence ou plutôt les limites de chaque usine sont clairement définies par la loi. En règle générale les terres appartenant aux usiniers sont groupés autour des sucreries. Comme l'on peut se rendre compte en regardant la carte les distances des limites des différentes propriétés sucrières aux usines sont relativement courtes.

La question de coupe et de chargement étant intimement liée à celle du transport une brève description de ces opérations est ici nécessaire. Ceci afin de permettre à nos distingués visiteurs de se faire une idée de la pratique mauricienne concernant ces questions.

*Coupe et chargement en wagons*

Les cannes sont coupées tôt le matin et groupées en petits paquets sur la muraille propre. Pendant que la coupe des cannes se poursuit, la locomotive distribue des wagons le long du champ, un wagon étant mis à la disposition de chaque coupeur. Le chargement du wagon commencera au moment où le coupeur estimera avoir coupé le volume nécessaire pour le remplir. Ces opérations de coupe et de chargement prennent environ huit heures, ce n'est donc que vers 3 heures de l'après-midi que la locomotive commence à tirer les wagons vers la sucrerie. Il va sans dire qu'une grande partie du transport s'effectue au cours de la nuit.

C'est justement pour éviter ce transport de nuit que quelques propriétés ont adopté récemment une modification du système jusqu'ici en usage, qui consiste à charger de grand matin les cannes coupées la veille et ainsi de suite. L'avantage que l'on en tire est que le transport s'effectue le jour, ce qui est très appréciable. Le seul désavantage pourtant est

que le système pour bien fonctionner réclame un nombre de wagons supplémentaire.

*Coupe et chargement par camions*

Dans ce cas les coupeurs-chargeurs travaillent en groupe de 10 ou de 12. Le chargement du camion s'effectue aussitôt que la charge requise est atteinte. Une fois le camion rempli, les travailleurs se remettent aussitôt à la coupe des cannes tandis que le camion se dirige vers la sucrerie pour y déposer son chargement.

Dans les deux cas le chargement s'effectue à la main.

*Coût de transport*

Le coût du transport était jusqu'à tout récemment et ce depuis 1938, au moment de la création du *Central Arbitration Board*, exprimé en termes de roupies-sous par tonne-mille. Ce taux tient en considération toutes les dépenses encourrues pour le transport, y compris la dépréciation du matériel.

Le tableau suivant donne les prix de revient moyens de la tonne-mille des propriétes de l'île et constitue à peu près le seul renseignement dont nous disposons pour établir une comparaison entre le transport par route et le transport par rail.

Il est à remarquer qu'à aucun moment le prix par route n'a excédé celui par rail et depuis 1951 la différence entre les deux prix semble s'être stabilisée à environ Rs. 0.44 cs par tonne-mille en faveur de la route.

| Années | Route | équivalent en sucre | Rail | équivalent en sucre | Différence |
|---|---|---|---|---|---|
| — | — | — | — | — | — |
| 1938 | | | 0.41 | 3.40 | |
| 39 | | | 0.41 | 2.95 | |
| 40 | | | 0.40 | 2.59 | |
| 41 | | | 0.49 | 2.60 | |
| 42 | | | 0.50 | 2.87 | |
| 43 | | | 0.63 | 2.91 | |
| 44 | | | 0.91 | 3.10 | |
| 45 | | | 1.26 | 4.79 | |
| 46 | | | 0.85 | 3.25 | |
| 47 | | | 1.00 | 3 48 | |
| 48 | 0.70 | 2.28 | 1.04 | 3 26 | 0.26 |
| 49 | 0.71 | 2.14 | 1.00 | 3.02 | 0.29 |
| 1950 | 0.69 | 1.88 | 0.91 | 2.49 | 0.22 |
| 51 | 0.69 | 1.72 | 1.11 | 2.72 | 0.42 |
| 52 | 1.03 | 2.17 | 1.46 | 3.09 | 0.43 |
| 53 | 0.97 | 2.03 | 1.41 | 2.81 | 0.44 |
| 54 | 0.82 | 1.79 | 1.40 | 3.05 | 0.58 |
| 55 | 0.88 | 1.96 | 1.32 | 2.94 | 0.44 |
| 56 | 0.88 | 1.83 | 1.34 | 2.79 | 0.46 |

Au système tonne-mille a été substituée une nouvelle méthode qui est la suivante. Les distances sur lesquelles les transports de cannes sont effectués variant d'une propriété à l'autre, il a été trouvé plus utile et surtout plus équitable de grouper ces distances en regard du coût du transport d une tonne de cannes sous forme de graphique. Aussitôt les points posés une ligne droite représentant la moyenne du coût de transport est tracée. Dans le cas du transport par camions c'est le taux des taxis qui est adopté, les propriétés transportant environ 50% de leurs cannes par ce moyen.

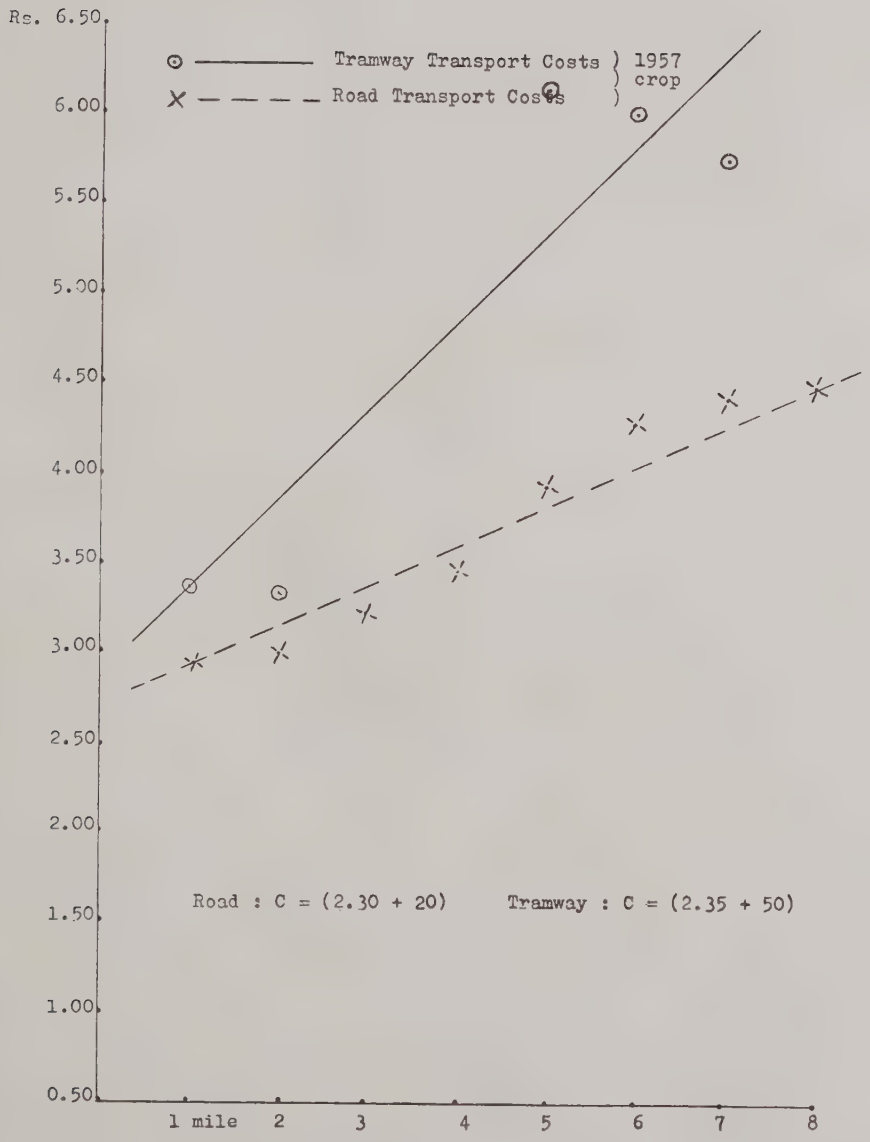
Un coup d'œil aux graphiques obtenus fait voir que le coût initial de transport tant par la route que par le rail est à peu de chose près le même, Rs. 2.30 par route contre Rs. 2.35 par le rail, mais par chaque mille parcouru le transport par route n'augmente que de 0.20 cs. par tonne contre une augmentation de 0.50 cs. pour le rail.

| | Route | | Rail | |
|---|---|---|---|---|
| | par t/m. | par graphique | par t/m. | par graphique |
| 1 mille | 0.88 | 2.50 | 1.34 | 2.85 |
| 2 ,, | 1.76 | 2.70 | 2.68 | 3.35 |
| 3 ,, | 2.64 | 2.90 | 4.02 | 3.85 |
| 4 ,, | 3.52 | 3.10 | 5.36 | 4.35 |

A ces différentes façons d'interprétation du coût de transport, je soumets à l'intention des experts-comptables et à tous ceux que la question intéresse la méthode suivante :

Tout d'abord une note explicative est nécessaire : La tonne-mille, à mon sens, n'a qu'une valeur que tout à fait relative et ne peut être appliquée pour calculer le coût de transport. Prenons le cas d'une entreprise de transports d'une exploitation sucrière transportant des cannes sur une distance moyenne de 3 milles et admettons, pour les besoins de la cause, un taux de transport de Re. 1.— par tonne mille. Supposons aussi que cette propriété soit divisée en six sections se trouvant à des distances variant de 1 à 16 milles de la sucrerie. A la fin de l'exercice financier, quand nous établirons le coût de production de la tonne de cannes de chacune des sections, nous aurons comme coût de transport

| | | |
|---|---|---|
| | pour la 1ère Section | Re. 1.—/tonne |
| | pour la 2ème ,, | Rs. 2.—/ ,, |
| | pour la 3ème ,, | Rs. 3.—/ ,, |
| | pour la 4ème ,, | Rs. 4.—/ ,, |
| | pour la 5ème ,, | Rs. 5.—/ ,, |
| et finalement | pour la 6ème ,, | Rs. 6.—/ ,, |


Rs. 6.50
6.00
5.50
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
0.50
Tramway Transport Costs
Road Transport Costs
1957 crop
Road : C = (2.30 + 20)
Tramway : C = (2.35 + 50)
1 mile
2
3
4
5
6
7
8

A l'exception de la 3ème Section dont la distance à la sucrerie est égale à la moyenne des distances sur lesquelles le transport est effectué et dont le coût de transport ne sera pas affecté, les deux premières bénéficieront d'un coût relativement bas au détriment des trois dernières.

Les véhicules automobiles ou autres de toute entreprise de transports ont au cours d'une année à subir des réparations, quelquefois importantes, pour justement être en mesure de travailler à plein rendement. Au moment même où ces véhicules prennent la route ils auront coûté une somme importante que nous ne pouvons ignorer quand nous viendrons établir le prix de revient du transport de chacune des sections de l'exemple cité plus haut.

Ces dépenses nous les appellerons les Dépenses Fixes. Elles se décomposent, dans le cas d'une organisation de transport routier, comme suit :

1. Réparation
   (a) Main d'œuvre
   (b) Pièces de rechange
2. Réparation aux bâtiments.
3. Salaires de l'employé en charge de l'atélier.
4. Assurances et taxes des différents véhicules.
5. Dépenses diverses.
6. Gratifications à l'employé en charge et au personnel employé aux réparations.
7. Dépréciation.

et 8. Proportion des Frais Généraux.

Ces Dépenses Fixes que nous obtenons à la fin de chaque exercice financier divisées par le tonnage transporté au cours de la même période nous donnent le coût de ces dépenses par tonne.

Viennent ensuite les frais d'opération ou "*Running Expenses*" qui se décomposent ainsi :

1. Entretien des véhicules.
2. Gages des chauffeurs et des manœuvres.
3. Combustibles, huiles et graisses.
4. Coût des pneus et des chambres à air.

et 5. Gratifications aux chauffeurs et manœuvres.

Ces Dépenses divisées par le nombre de tonnes milles parcourues au cours de l'année donneront le coût des frais d'opération "*Running Expenses*" par mille.

En supposant que les Dépenses Fixes soient de Rs. 2.10 par tonne et que les frais d'opération s'élèvent à Rs. 0.30 Cs. par tonne-mille, nous aurons les coûts suivants pour les distances citées ci-dessous :

Tout d'abord, nous ne pensons pas que ce moyen abaisserait le coût du chargement des cannes suffisamment pour nécessiter sa mise en pratique — la main d'œuvre étant abondante et le coupeur ayant de toute façon à transporter ses cannes en bordure de la route — le pas de plus qu'il a à faire pour déposer ses cannes dans le véhicule mis à sa disposition ne pouvant aucunement influencer le prix du chargement.

Un autre point qui est non moins négligeable est celui de la distribution de main d'œuvre sur nos domaines sucriers. L'emploi d'une grue mobile nécessiterait le transfert des coupeurs de villages quelque peu éloignés vers le lieu de chargement afin de l'alimenter d'une façon régulière, d'où dépense supplémentaire et coût de chargement accru.

Le facteur le plus important du problème du transport est définitivement celui du déchargement à la sucrerie. Avec un accroissement de la production de cannes qui, nous le voyons, passe de 2,801,000 tonnes en 1947 à 4,344,000 tonnes en 1957, soit 54% d'augmentation en dix ans, augmentation qui a nécessité un transport par route beaucoup plus important, les stations de déchargement aux usines sont devenues insuffisantes et il est grand temps de les améliorer en remplaçant nos vieux derricks par des machineries plus modernes qui seraient en relation avec l'importance de notre industrie. Ces nouveaux postes de déchargement devront, à notre humble avis, pouvoir effectuer le stockage des cannes de toute une journée en un maximum de 10 heures de travail. Nous pensons que le pont roulant électrique est la seule réponse au problème et devrait pouvoir subvenir à nos besoins durant encore de longues années.

C'est quand nos sucreries seront équipées de postes de déchargement modernes que nous serons en mesure d'organiser notre transport sur une base économique plus saine.

Etant donné le gros capital investi dans nos tramways nous ne pouvons, malgré leur coût de transport plus élevé, vous suggérer leur suppression. Toutefois nous recommandons fortement le groupement de tout le système autour des sucreries, laissant ainsi les sections éloignées au transport par route. Cette fraction de cannes transportées en wagons, arrivant à l'usine l'après-midi constituera un stock idéal pour l'alimentation de l'usine au cours de la nuit.

Les propriétés auront aussi avantage à effectuer le transport de leurs cannes par leurs propres véhicules au lieu de se servir des camions taxis, ce qui leur coûterait moins cher.

Du côté du choix des véhicules nous recommandons l'emploi de tracteurs et de remorques et de camions munis du système « Campo » à la place des camions ordinaires employés de nos jours. La quantité de cannes transportées sera plus élevée par véhicule d'où économie sensible du prix de revient.

Avant de terminer je voudrais remercier Messieurs les Administrateurs des Propriétés Sucrières, le Registrar et le Comptable du Central Board, le Statisticien de la Chambre d'Agriculture, Monsieur Adrien Wiehe et tous ceux qui m'ont aidé à produire ce modeste rapport. Mes remerciements vont également à vous, Monsieur le Président et à vous, Messieurs, pour votre bienveillante attention au cours de cette causerie.

## APPENDICE

### SUPERFICIE CULTIVÉE EN CANNES

| Années | Propriétés Aps. | Métayers Aps. | Planteurs Aps. | Total Aps. | % Aug. sur 1947 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1947 | 70.196 | 7.502 | 65.329 | 143.027 | 0.00 |
| 48 | 75.154 | 7.808 | 65.287 | 148.249 | 3.65 |
| 49 | 80.111 | 8 649 | 67.756 | 156.516 | 9.43 |
| 1950 | 82.858 | 9.434 | 71.296 | 163.588 | 14.37 |
| 51 | 83.802 | 10.133 | 75.174 | 169.109 | 18.23 |
| 52 | 85.168 | 9.920 | 79.215 | 174.303 | 21.87 |
| 53 | 87.594 | 9.775 | 79.511 | 176.880 | 23.67 |
| 54 | 88.790 | 9.523 | 80.510 | 178.823 | 25.03 |
| 55 | 91 421 | 9.229 | 79.400 | 180.050 | 25.88 |
| 56 | 92.896 | 8.906 | 78.410 | 180.212 | 26.00 |

La production de cannes a passé de 2,801,000 tonnes à 4,344,009 tonnes pendant la même période comme le démontre le tableau ci-dessous.

### PRODUCTION CANNES & SUCRE

| Années | Production Cannes Propriété | Planteurs | Total | % Aug: | Production Sucre | % Aug: |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1947 | 1,662 | 1,139 | 2,801 | 0.00 | 347,587 | 0.00 |
| 48 | 1,893 | 1,265 | 3,158 | 12.75 | 391,678 | 12.68 |
| 49 | 2,050 | 1,305 | 3,355 | 19.78 | 416,023 | 19.69 |
| 1950 | 2,254 | 1,466 | 3,720 | 32.81 | 456,691 | 31.39 |
| 51 | 2,491 | 1,864 | 4,355 | 55.43 | 484,086 | 39.27 |
| 52 | 2,360 | 1,737 | 4,097 | 46.27 | 468,283 | 34.72 |
| 53 | 2,550 | 2,093 | 4,643 | 65.76 | 512,225 | 47.37 |
| 54 | 2,460 | 1,820 | 4,280 | 52.80 | 498,742 | 43.49 |
| 55 | 2,500 | 1,728 | 4,228 | 50.95 | 533,341 | 53.44 |
| 56 | 2,618 | 1,803 | 4,421 | 57.84 | 571,848 | 64.52 |
| 57 | 2,695 | 1,649 | 4,344 | 55.09 | 561,606 | 61.57 |

## TABLEAU DES COÛTS DE TRANSPORT

| Tramways | Coût par T/mille | Camions | Coût par T/mille |
|---|---|---|---|
| Personnel des tramways ... | 0.11,98 | Chauffeurs ... ... | 0.09,07 |
| Lignes portatives ... | 0.03,85 | — | — |
| Comb : & lubrifiants ... | 0.18,02 | Comb : & lubrifiants ... | 0.13,35 |
| Rep : aux locos ... | 0.13,73 | Rep : aux camions | |
| „ „ wagons ... | 0.09,24 | & tracteurs ... | 0.21,40 |
| „ „ lignes ... | 0.18,89 | Pneus & chambres ... | 0.07,53 |
| Gardiens & g. barrières ... | 0.01,77 | — | — |
| Salaires ... ... | 0.01,23 | Salaires ... ... | 0.01,86 |
| Pensions ... ... | 0.00,41 | Pensions ... ... | 0.00,35 |
| Rep : des ponts ... | 0.00,42 | — | — |
| Assurances ... ... | 0.00,17 | Assurances & taxes ... | 0.03,63 |
| Rep : aux bâtiments ... | 0.00,35 | Rep : aux bâtiments ... | 0.00,59 |
| Dépenses diverses ... | 0.01,79 | Dépenses diverses ... | 0.01,29 |
| Gratifications ... ... | 0.04,18 | Gratifications ... | 0.02,58 |
| Dépréciation ... ... | 0.27,94 | Dépréciation .. | 0.12,67 |
| Rs. | 1.13,97 | Rs. | 0.74,32 |
| Plus : supervision | 0.18,61 | Plus : supervision ... | 0.12,18 |
| Rs. | 1.32,58 | Rs | 0.86,50 |


## SUMMARY

*Comparative study of the economics of cane transport in Mauritius.*

During the past eleven years the percentage of cane transported by rail has dropped by about fifty per cent, whilst that transported by road has increased almost three-fold. Such a change is due to the advantage of road over rail transport, namely lower cost per ton mile, greater flexibility and rapidity.

With a view to cutting down these costs further, Diesel locomotives should keep on replacing steam driven ones where it is not advantageous to shift entirely to road transport because of the heavy capital expenditure already involved ; however, the railway lines should be grouped in the vicinity of the factory thus allowing road transport to take care of canes reaped in the distant sections of the estate. For road transport, tractors and trailers, and Diesel-engine lorries of 7-8 tons capacity using the « Campo » automatic loading system, should replace smaller petrol driven units. However full advantage cannot be derived from increased transportation facilities unless the unloading station of the factory is adequate.

# A SUMMARY OF ENTOMOLOGICAL AND RELATED PROBLEMS OF SUGARCANE IN MAURITIUS

by

J. R. WILLIAMS

*Entomologist, M.S.I.R.I.*

More than forty insects and other invertebrate animals are known to feed at some stage of their lives upon sugar cane in Mauritius. Diligent search, however, will certainly reveal many more. In particular, the soil fauna of cane fields is largely unexplored and the relationship which exists between root development and the soil micro-fauna offers a wide field for research.

The most destructive pests of sugar cane, however, are the moth borers and the white grub, while the leafhoppers are potentially important as disease vectors. Other insects, such as the sugar cane thrips and cutworms, cause sporadic injury which may be accentuated by prevailing circumstances or associated adverse factors, but are not major pests.

**The stalk moth borer**

The stalk, or spotted, borer (*Proceras sacchariphagus* Boj.) is undoubtedly the most destructive of the moth borers and is the major cane pest in Mauritius. Like most of our insect pests of cane it is an alien species and it seems to have originated from Java. The larvae attack cane of all stages of growth and field populations build up with the maturation of the crop and are lowest after harvest. The tunelling of the larvae in the stems below the growing point causes loss of cane yield by restricting growth, by inducing the formation of side shoots, and by killing shoots outright or so weakening them that they break readily in a strong wind. The loss which resulted from the cyclonic disturbances earlier this year emphasised the importance of borer injury. The cane variety most affected by the high winds was E. 1/37, a cane with thick, heavy, soft stems which in any case break easily. A survey showed that 80% of the stalks broken by the high winds were injured by borers at the breaking point.

Stalk borer damage also lowers sucrose content and the wounds permit the entry of secondary organisms which may augment considerably the initial damage. In new plantations, germination failures also result from borer damage to the planting material.

1. *Varietal resistance.*

Varieties of cane differ in their susceptibility to the stalk borer

and the replacement of susceptible varieties by those relatively more resistant is an attractive method of control because it entails no extra costs nor the elaboration of new field techniques. However, borer resistant varieties are not always the most acceptable varieties from other points of view so that we may find a fairly susceptible variety gradually gaining ground or being planted to the exclusion of more resistant varieties. This is now actually the case in the superhumid and much of the humid regions of Mauritius where the moderately susceptible E. 1/37 is being planted almost to the exclusion of other varieties. The increasing importance of the borer in these regions during recent years may, perhaps, be correlated with this extension of E. 1/37 at the expense of the more resistant M. 134/32. Unfortunately, the alternative varieties available for the wetter regions, apart from M. 134/32, are M. 31/45 and B. 3337, but the former is also susceptible and the latter, a hardy and resistant cane, is deficient in sucrose content. In the drier parts of the island, the varietal position with regard to borer is reasonably good. The resistant M. 134/32 still occupies most of the sub-humid and humid areas and, although losing ground owing to its inferior yielding capacity, is being replaced largely by M. 147/44 which appears equally if not more resistant, while B. 37172 is another highly satisfactory variety for these regions.

Susceptibility, or conversely resistance, to borers is not attributable to any one varietal character. The nature of the foliage seems to be a character associated with resistance presumably by its influence upon the moths or the very young larvæ. Some varieties seem to permit accelerated development and increased fertility of the insect, while some are particularly weakened by borer tunnels and others have their sucrose content lowered appreciably. Owing to the complex and relative nature of resistance, new varieties cannot usually be adequately assessed for this character until experience from large scale planting is obtained.

2. *Biological control.*

A small oceanic island with an equable climate is well suited for the application of biological control but the main factors which determine the feasibility of the method are entomological. The stalk borer is not an ideal subject for the application of this method. It is already attacked by five parasites which do not appear to check it considerably and it is possible that the borer is an insect more subject to climatic, weather, and plant-host factors rather than to parasites. However, we cannot be sure, and while it is unlikely that parasite introduction can effect a completely satisfactory control such as that obtained by similar methods over the Coconut Scale and the Eucalyptus Weevil, it is a distinct possibility that new parasites will increase both the degree and the stability of the existing natural control to an appreciable extent. With this objective, parasite introduction against the stalk borer was first attempted in 1939 when a mission to Ceylon by Mr. J. Vinson resulted in the

establishment of *Xanthopimpla stemmator* Thunb., now a common borer parasite. Subsequently, a number of West Indian parasites of *Diatræa* were introduced but all of these failed. It is now intended to pursue the search for suitable parasites by introducing species which attack related stalk borers in India. The assistance of the Commonwealth Institute of Biological Control, an organisation which specialises in work of this nature, has been sought and an extended programme of parasite introduction is to begin shortly.

3. *Control with insecticides.*

Insecticidal control of the stalk borer presents formidable difficulties which have discouraged work to this end and favoured other approaches to the problem of control. The difficulties inherent to insecticidal control in Mauritius are, however, worth discussion since the method is used commercially against a similar borer in Louisiana and has been the subject of experimentation in some tropical areas.

The borer is concealed for the greater part of its life within the cane tissues and is exposed, and therefore susceptible to insecticides, only during adult life, during the period between hatching and entry into the cane tissues, and sometimes after the completion of larval development before pupation in the cane trash. These periods of exposure are short and together constitute only a small proportion of the developmental period. In addition, there are no distinct generations and all stages of the life cycle occur together, i.e. insecticide application cannot be correlated with any particular phase of the borer's development and the majority of individuals will always be protected by their location in the cane. It follows that insecticides with little residual toxicity would be of no avail since, unless repeatedly applied at short intervals, their brief toxicity would result in a failure to contact a sufficiency of exposed borers to achieve control. There are, however, many insecticides available with a long residual action following application but even with these cane growth alone would necessitate several applications for adequate coverage during the growing period. There is also a distinct possibility that repeated and extensive foliar application of powerful insecticides may dangerously upset the populations of beneficial parasitic and predacious species which help to keep down a variety of pests, including the borer itself. The problem may therefore be succinctly stated as follows : it is to find an efficient and practical method of treating adequately large areas of cane of various stages of growth, to determine the number of applications necessary and the intervals between them, and conversely to ensure that treatments do not, by seriously upsetting insect populations, create more problems than they solve. It is not surprising therefore that we seek, at present, to solve the borer problem by other means.

**II. Other moth borers**

In addition to the stalk borer, there are three other moth borers

which attack cane in Mauritius. These are *Sesamia calamistis* Hmps., *Argyroploce schistaceana* Sn., and *Opogona subcervinella* Wlk., commonly known as the pink, white, and brown borers, respectively, on account of the colour of their larvae. The three species have little in common and each attacks cane in a different manner.

The pink and white borers mostly attack young cane shoots during or shortly after the tillering period. The former lays its eggs upon various graminae but not apparently upon cane and the larvae migrate to cane shoots where their tunnelling results in "dead hearts". The white borer lays eggs directly on cane leaves and although the larvae burrow in a different manner from those of the pink borer, the ultimate result is also a "dead heart".

Germinating cane usually produces more shoots than can reach maturity and is also able to replace lost shoots to a certain extent, so that mild attacks are probably of no consequence. Severe attacks, however necessitate recruiting and become progressively more important as the cane ages and until stalk formation begins when the borers then become of little significance.

The brown borer is in a different category from those already considered because it is invariably a secondary pest and does not invade sound cane tissues. It is not usually considered as a cane pest but the writer believes that it causes more damage than has been thought by its invasion of stalks damaged by other borers. Stalks of E. 1/37, in particular, are often riddled and utterly destroyed by brown borer larvae after an attack by the spotted borer.

### III. The sugarcane leafhopper

The sugarcane leafhopper, *Perkinsiella saccharicida* Kirk, is a very important insect in Mauritius by virtue of the fact that it will transmit the virus of Fiji Disease of Sugarcane. Fortunately the virus is absent from the island and there are good chances of keeping it out, but its recent establishment in plantations along the east coast of Madagascar constitutes a distinct menace.

Knowledge of the ecology of the leafhopper is therefore desirable although the insect is now innocuous. Recent work has shown that *Perkinsiella* is general on cane in the island, that it tends to be most numerous in the humid zone, that its abundance is not greatly influenced by seasonal change, and that it has many natural enemies which keep down its populations. It is also known that its populations during the summer months contain a higher proportion of fully winged individuals — a point of some significance since leafhoppers capable of flight are presumably most able to disperse the disease.

To supplement the action of the existing natural enemies of the

leafhopper, the Mirid *Tytthus mundulus* (Bredd.) which preys upon the leafhopper eggs, has been introduced from Hawaii. The insect is now firmly established in at least one part of the island.

Field trials with insecticides are planned to determine if leafhoppers can be suppressed over small areas of cane. The discovery of an effective technique would be useful for treatment of disease foci should these be detected in the future.

**IV. The white grub**

The white grub, *Clemora smithi* (Arrow), is injurious to cane in the larval stage when it eats the roots. The history of this pest in Mauritius and its changing status over the years since its introduction early in the century are well-known and have been fully described in various publications. The losses caused by the insect have been considerably diminished by the introduction of several parasitic wasps and by the cultivation of improved cane varieties. At present the pest is important chiefly in the wetter areas where chronic infestations are experienced.

Recent investigations have been directed towards elaborating cheap and simple insecticide treatments against the pest. Good experimental results have been obtained and the methods used are now being tested in commercial plantings.

Experiments have shown conclusively that 4-6 lbs Chlordane per arpent applied as an emulsion to the open furrows when planting provides excellent protection from white grub attack for a period of years. 2-3 lbs Aldrin per arpent, applied similarly, promises to give the same result at a lower cost. Surface application along the stubble of ratoon cane is much less effective and is uneconomical compared with furrow application.

The results of these treatments applied on a field scale by several estates will be assessed this year and the overall picture will be clearer after the crop.

Experimental work is continuing and recent experiments include furrow application of Aldrin and Chlordane dusts mixed with phosphatic guano. This method of application is particularly attractive to the planter, and the first results which are now being obtained are encouraging.

**V. Various soil pests**

There is an increasing awareness in several sugarcane growing countries of the multitude of small soil animals which are present in the soil about cane roots and which may directly or indirectly affect root development. These include arthropods such as Collembola, Symphyla, and Myriapoda, and also the nematode worms.The small arthropods directly injure roots by gnawing and pitting them and may thereby also

permit entry of root-rotting organisms. The nematode fauna is much larger and more diverse and contains endoparasitic forms, such as the root-knot nematode and the burrowing nematode, as well as many free-living spear-bearing species many of which are undoubtedly phytophagous. Much poor cane growth which is blamed on white grubs or poor soil may be due to the activities of these small soil animals.

Investigations have been started upon the nematode fauna of cane soils, the initial aim being to determine the species found in and around cane roots. This work has to date consisted of the collection, identification, and permanent preservation of the free-living species, notably those belonging to the Dorylaimoidea, a group which is represented in Mauritian cane soils by large numbers of both species and individuals. A survey of the incidence of endoparasitic species is to be started shortly.

RÉSUMÉ

*Résumé des problèmes entomologiques de la canne à sucre à Maurice*

A Maurice, plus de quarante espèces d'insectes et d'autres invertébrés se nourrissent de la canne à sucre. La plupart de ces insectes ne sont que de peu d'importance, quoique beaucoup d'entre eux causent des dommages sporadiques. Les plus destructeurs, sont le borer et le ver blanc.

La nature des dommages causés à la canne par la borer ponctué et les possibilités de son contrôle à l'aide des variétés résistantes, d'insecticides et par par l'introduction de parasites, sont considérées. L'usage du chlordane et de l'aldrin pour combattre le ver blanc a donné des résultats très encourageants.

En outre sont mentionnés: un insecte de la famille des delphacidés, *Perkinsiella saccharicida*, qui en tant que vecteur de la maladie de Fidji, pouvait devenir important, et les borer blanc, rose et brun. L'importance des nématodes et d'autres petits organismes du sol sont en cours d'étude.

# THE EFFECTS OF HEAT TREATMENT ON THE GERMINATION OF SUGAR CANE SETTS

by

G M. THOMSON

*Pathologist, S. A. Sug. Ass. Expt. Station,* Natal.

The adverse effect of hot water treatment on the germination of sugar cane setts has been one of the many problems associated with the control of ratoon stunting disease. The latter malady of sugar cane is now known to be world-wide in its distribution, and a great deal of work has been carried out on all aspects of its symptomatology and effects on the varieties in the various sugar cane-growing countries of the world.

Hot water treatment is not a new development in sugar cane agriculture. Chlorotic streak disease can be cured by treating seed cane for 20 minutes in water at a temperature of 52°C. Unfortunately, this " short treatment " as it is known, does not cure ratoon stunting disease. The virus causing the latter disease is more heat resistant, and a method has had to be devised whereby either the time of treatment or the temperature has had to be increased. It has thus been found possible to kill the virus by treating seed at the lower temperature of 50°C for a period of 2 hours. This method has, however, brought with it a number of problems, not the least of which has been the effect of such treatment on the subsequent germination of the treated setts.

The latter problem was the basis of an experiment planted at the Experiment Station, Mount Edgecombe, in March of this year. In this trial two varieties were used, the effects of various factors on these were to be determined. These factors were time and temperature in various combinations, thickness of sett, and age of bud.

*Treatments and Selection of Planting Material.*

The treatments for this experiment were as follows :—

*Varieties* : Co. 331 and N : Co. 310.
The seed for both varieties originated in commercial fields of 18 months old first ratoon cane.

*Temperature :* 49°, 50°, 51°, 52° and 53°C.

*Time :* ½, 1,2,3 and 4 hours.

*Sett Diameter :* Thick and thin.
In each variety the setts were selected so that there was a distinct difference between thick and thin setts. Neither

bullshoots nor abnormally thin sticks were used as a source of seed for the experiment.

*Age of Bud :* *Young* — These were buds situated near the top of the stick, but not still covered by the green leaf sheath.

*Medium* — These were buds that showed signs of maturing. The outer bud scales were beginning to harden.

*Old* — The setts carrying old buds were cut from the lower portion of the stick. The buds were selected for their distinct maturity with hardened bud scales.

*Method*

In the first place multiple-budded setts were cut for treatment. Immediately after heat treatment all setts were dipped into cold water to cool them to room temperature as soon as possible. After cooling, all buds, except one, were cut out of every sett and the setts then dipped in Aretan. There were 10 setts (i.e. 10 buds) per treatment.

Owing to the size of the experiment and the quantity of material to be treated, all the heat treatment could not be carried out in a single day. In an attempt to minimise the possible effects of having to keep some of the earlier-treated cane until such time as the whole experiment could be planted on the same day, the lower treatment temperatures were used first.

The experiment was planted on a cool day when the soil moisture conditions were very good. The 10 setts for each treatment were planted side by side in 2 ft. flat-bottomed furrows with spacing of 2 ft. between such groups of setts. The number of buds showing signs of damage due to handling, but not heat treatment, was noted at the time of planting.

*Results*

Germination counts were made at roughly weekly intervals for the duration of the experiment. After 57 days all the setts were unearthed and the number that had germinated was noted. This was done to avoid any errors that might have arisen due to the inclusion of tillers in the periodic germination counts. The total possible germination in each variety was 1,500.

In both varieties the young buds were the first to germinate with the old buds being by far the slowest in coming through. A correlation of the rate of germination and the various time/temperature combinations showed the first germination occurring in the milder treatments.

Table I shows the total germination of each variety irrespective of treatment. The statistical analysis of these figures indicated a very significantly lower germination in Co. 331 than in N : Co. 310.

TABLE I.

| Total Germination | | |
|---|---|---|
| Co. 331 | N : Co. 310 | Total |
| 273 | 610 | 883 |

Although time and temperature are not in fact independent treatments it is to some extent possible to distinguish between their effects. Thus, as was to be expected, there was a highly significant response to each of the factors so that an increase in time or temperature led to a reduction in germination.

Irrespective of other factors the medium-aged buds germinated slightly more satisfactorily than the young buds, and very significantly better than the old buds (see Table II). This would probably be the case even where heat treatment is not applied, but the differences would probably not be as marked.

TABLE II.

| | Age of Bud. | | |
|---|---|---|---|
| Young | Medium | Old | Total |
| 357 | 378 | 148 | 883 |

The diameter of a sett is more likely to have an effect on the heat penetration and cure of ratoon stunting disease than on the actual germination of the buds. However, in this experiment, the germination of thick setts was just significantly better than that in the thin setts.

The time of treatment has had a more significant effect on the germination of Co. 331 than that of N : Co. 310 (see Table III).

TABLE III.

| | ½ | 1 | 2 | 3 | 4 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Co. 331 | 152 | 80 | 33 | 8 | 0 | 273 |
| N : Co. 310 | 182 | 157 | 114 | 91 | 66 | 610 |
| | 334 | 237 | 147 | 99 | 66 | 883 |

There is little difference between the two varieties in their reaction to increased temperature. In the case of Co. 331 the decrease in total germination does not start until the temperature is over 51° C, while in N : Co. 310 the decrease starts after 50° C (see Table IV).

TABLE IV.

TEMPERATURE.

| | 49° | 50° | 51° | 52° | 53° | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Co. 331 | 73 | 73 | 77 | 36 | 14 | 273 |
| N : Co. 310 | 176 | 190 | 136 | 71 | 37 | 610 |
| | 249 | 263 | 213 | 107 | 51 | 883 |

Thus we have the position where one of the varieties under test viz. Co. 331 was relatively more affected by the length of time of treatment, while the other N : Co. 310 was more affected by increase in temperature (see Table V).

TABLE V.

TIME — TEMPERATURE — VARIETY

| | Co. 331. | | | | | | N : Co. 310. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 49° | 50° | 51° | 52° | 53° | TOTAL | 49° | 50° | 51° | 52° | 53° | TOTAL |
| ½ | 25 | 38 | 44 | 31 | 14 | 152 | 41 | 40 | 39 | 36 | 26 | 182 |
| 1 | 30 | 24 | 21 | 5 | 0 | 80 | 41 | 47 | 35 | 24 | 10 | 157 |
| 2 | 16 | 10 | 7 | 0 | 0 | 33 | 37 | 40 | 28 | 8 | 1 | 114 |
| 3 | 2 | 1 | 5 | 0 | 0 | 8 | 30 | 37 | 23 | 1 | 0 | 91 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 26 | 11 | 2 | 0 | 66 |
| | 73 | 73 | 77 | 36 | 14 | 273 | 176 | 190 | 136 | 71 | 37 | 610 |

The young cane was significantly more affected by the time of treatment than was the medium-aged cane. The germination of old cane was also reduced by increase in treatment time. In a consideration of the reaction between variety and age of cane, it must be borne in mind that the criteria for age are not strictly comparable in the two varieties. However, there was a significant interaction between variety and age, such that in Co. 331 increasing age produced relatively less reduction in germination than in N : Co. 310 (see Table VI).

TABLE VI.

| | VARIETY — AGE OF BUD | | |
|---|---|---|---|
| | Co. 331 | N : Co. 310 | TOTAL |
| Young | 94 | 263 | 357 |
| Medium | 115 | 263 | 378 |
| Old | 64 | 84 | 148 |
| | 273 | 610 | 883 |

In a consideration of the diameter of the setts in relation to time and temperature, allowance must again be made for the fact that the criteria for diameter are probably not comparable in the two varieties. Nevertheless, thick cane gave significantly better germination than thin cane. Furthermore, thin cane was significantly less severely affected by increase in time of treatment.

At temperatures of 49° and 50°C, thin cane germinated relatively better than thick, while the latter was more resistant to the higher temperatures of 51°, 52°, 53°C (see Table VII).

TABLE VII.

| | TEMPERATURE — THICKNESS OF SETT | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 49° | 50° | 51° | 52° | 53° | TOTAL |
| Thick | 120 | 127 | 117 | 65 | 30 | 459 |
| Thin | 129 | 136 | 96 | 42 | 21 | 424 |
| | 249 | 263 | 213 | 107 | 51 | 883 |

The results of this experiment, and observations made on previous experiments of a similar nature, indicate the importance of the problem of the effects of heat treatment on the germination of sugar cane setts.

In attempting to cure seed cane of ratoon stunting disease, whether use is made of hot water or hot air method, two important factors have to be considered, viz. the efficacy of the treatment as a curative measure, and the effect of the treatment on subsequent germination.

Naturally the prime object in treating the cane is to cure the disease, and in this connection, germination must surely take second place to the efficiency of the treatment. It should be realised that a fair percentage germination, coupled with a certainty of cure, is far preferable to a high percentage germination, and a certain amount of doubt about the state of health of the subsequent stand of cane. This is especially true in the case of nursery beds, where a guarantee of health is far more important than variations in germination.

The effects of heat treatment on germination must not be underestimated however. It is felt that a great deal of work still remains to be done on this subject. Unfortunately, the temperature and time combinations used in hot water treatment come close to being fatal to sugar cane. It was thought that a longer time at a relatively lower temperature would be safer than a treatment of short duration at a higher temperature. The results of the experiment described above show however, that this is not necessarily the case in all varieties. Is it not possible then, that, in order to obtain the best results from heat treatment, a sliding scale of time/temperature combinations be devised for use with the various varieties of sugar cane?

*RÉSUMÉ*

*Les effets de la thérapeutique à la chaleur sur la germination des boutures de cannes.*

Cette communication est basée sur une expérience entreprise pour étudier les effets de différentes combinaisons de temps et de température sur la germination des boutures dans le traitement à l'eau chaude contre la maladie du rabougrissement.

Il semblerait qu'en augmentant le temps de traitement au-dessus de deux heures à une température au-dessous de 50° C les mauvais effets du traitement ne sont pas toujours enrayés; cela dépend des variétés. Il serait donc peut-être utile d'établir différentes combinaisons de temps et de température pour les différentes variétés, afin d'obtenir une meilleure levée de boutures après le traitement, tout en tenant compte que le but principal est d'inactiver le virus.

# RESISTANCE OF SUGARCANE VARIETIES TO CYCLONES

by
A. DE SORNAY,
*Plant Breeder* M.S.I.R.I.

Mauritius has been fortunate to escape a major cyclone for a period of twelve consecutive years. In 1945, three hurricanes struck the island fair and square and played havoc with the cane. There was then a lull during which the curve of sugar production went higher and higher and culminated in the 1956 crop which stood at 572,500 metric tons. In 1958, when meteorological conditions may be described as ideal for cane growth, and held out promise of a bumper crop which would probably have been the largest in the history of local sugar production, it is unfortunate that nature has chosen to be no longer merciful. Two cyclones struck the colony in March and April, the second of which when the growing season was nearly drawing to its close.

Both cyclones passed to the west of Mauritius, the one occurring during the period 18th-19th March at 125 miles, and the second prevailing from the 7th to 9th April at 175 miles. Data of wind speed kindly communicated by the Director of Observatory are given in table I hereunder.

TABLE I WIND SPEED (miles per hour)

| Sector | Locality | Cyclone 18th — 19th March | | Cyclone 7th — 9th April | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Highest mean speed over one hour | In gusts | Highest mean speed over one hour | In gusts |
| North | Pamplemousses | 29 | 55 | 27 | 57 |
| South | Plaisance | 35 | 68 | 28 | 55 |
| East | Union Flacq | 22 | 54 | Probably 20 | Probably 57 |
| West | Médine | 34 | 73 | 37 | 80 |
| Centre | Vacoas | 31 | 60 | 31 | 62 |

From the point of view of damage done to the cane, the wind direction may, for all practical purposes, be considered to have little fluctuated, that is from east to north-east, the cane having lodged in the same direction throughout the island, except where there were local effects. Moreover, both cyclones have been of short duration.

**Survey of damage to sugarcane varieties.**

Two surveys were carried out about a week after each of the March and April cyclones. The first survey comprised Post Release trials of the M.S.I.R.I. distributed over the main climatic zones of the island, and estate fields in the vicinity of Dines anemometers in the North, South, East and West sectors, and certain fields in the upper part of Grand Port District. There were no suitable fields for inspection in the immediate vicinity of the anemometer at Vacoas Observatory.

The second survey was made on a small scale to determine if more damage had been done to the cane by the April cyclone, but it was discontinued when sufficient data had been obtained to indicate that further damage, if any, could not be assessed. The divergence between the effects of the two cyclones seemed to be due to random variation and followed no consistent pattern, so that it was considered not worth while conducting as full a survey as the first.

In view of the great susceptibility of Ebène 1/37 to cyclonic disturbances, an additional survey was made on an estate of the central plateau which is one of the strongholds of this variety, counts of sound and broken canes being made in fields taken at random mostly along the main Moka-Flacq road.

The main object of the survey was to gauge the relative resistance to cyclones of the varieties at present under cultivation, and to obtain preliminary data with the view to determining in the future, when more cyclones will have occurred, a possible relationship between wind velocity and magnitude of damage to cane on estates. The word velocity is used here because wind is a vector with direction and intensity, both of which affect the cane.

**Fields surveyed**

A. *Post Release Trials* — The cane has been examined in thirteen trials distributed over the five sectors of the island and containing all the standard varieties under cultivation, namely, M. 134/32, M. 112/34, M. 147/44 M. 31/45, Ebène 1/37, B. 3337, B. 34104, B. 37161, B. 37172.

B. *Estate Fields* — The fields sampled were those of the standard varieties located near the Dines pressure tube anemometers at Pamplemousses Observatory, Plaisance airport, Union Flacq and Médine Sugar Estates.

C. *Estate fields* — A few varieties, particularly Ebène 1/37, were prospected in the upper parts of Rose Belle and Riche en Eau estates and on the central plateau of Moka district.

**Method of sampling**

Sound and broken canes were counted in ten linear feet of row per plot of post release trials and in eight to ten plots of the same length per field on estates. Notes were taken on the general condition of the stools, namely, lodging, leaf breakage and shredding as per the following adopted scales.

*Stools* — Frequency of uprooted stools.

*Stalks* — (i) Number of sound canes.
(ii) Number of stalks broken at ground level.
(iii) Number of stalks broken half way up or above.
(iv) Lodging of stalks was rated as follows :—

| *Degree of lodging* | *Adopted Scale* |
|---|---|
| Canes erect | 0 |
| Canes inclined | 1 |
| Canes lodged | 2 |

*Leaves* (i) *Breakage* (at base)

| | |
|---|---|
| Not broken | 0 |
| Moderately broken (in number) | 1 |
| Heavily broken (in number) | 2 |

(ii) *Shredding*

| | |
|---|---|
| Very little or no shred | 0 |
| Intermediate shred | 1 |
| Extreme shred | 2 |

**Discussion**

Before proceeding further, it is advisable to comment on the above method of recording damage. Canes in Post Release trials were scored in ten-foot plots taken at random in every plot receiving a dressing of 40 lbs of nitrogen per arpent.

Canes broken at ground level comprised those completely detached from the mother stool, and those still partially attached to the stool by a piece of rind and showing advanced signs of withering at the time of the survey. The second type of stalk can be considered irremediably lost, and both types of broken canes constitute, therefore, probably the best yardstick for measuring the short-fall in cane yield. When a cyclone occurs at the end of the growing season, the percentage of broken stalks is undoubtedly a very good criterion of damage, but this method of damage evaluation may turn out to lack some accuracy when cyclones are experienced early in the season, as losses in cane tonnages may be partially compensated by the production of bullshoots, particularly in varieties such as Ebène 1/37 and M. 31/45.

As the number of stalks broken half way up or above is relatively small, the percentage of broken canes computed and given in tables 2 to 4, includes those canes which, after all, will constitute poor millable canes, even if they succeed in surviving by giving off side shoots. It would appear that the varieties encountered in the survey are little liable to snapping at the top, like some varieties grown in Queensland. It is reported that thousands of acres of Pindar were decapitated by the cyclone which swept over that country in 1957. Here in Mauritius, U. S. 48-34, a derivative of the Burma type of *Saccharum spontaneum* imported for breeding purposes, showed 48% of stalks broken half way up in a breeding plot at Réduit. It is hoped that some of its progeny will not show this weakness.

Past experience has indicated wind damage to be usually patchy, so that while canes were being counted in ten-foot plots, data of stalk lodging, leaf shredding and breakage were collected in a certain area circumscribing the plots. It is thought that, in that way, a more comprehensive picture of the condition of the cane following the cyclone is obtained.

The arbitrary rating for degree of lodging and leaf damage could be made more flexible with a little practice. For example, lodging could be estimated at 0 - 1 or 1 - 2, depending on habit of the cane—induced or natural—in the area examined. It must be mentioned that the degree of lodging observed may not be entirely a function of wind effect, as it is often related to the genetic make-up of the variety. Ebène 1/37, B. 37161 and M. 147/44 have a tendency to lodge under normal environmental conditions, while B. 37172 remains erect and B. 3337 very erect.

In order to avoid human bias as much as possible, each variety studied, whether in a trial or on an estate, was scored by all the six Field Officers engaged in the survey. There was very generally good agreement between the findings of these Officers ; although in some cases the subjective element in the judgement exercised by them was evident, but was of little consequence for the reason just mentioned.

**Results and conclusions**

The results of the survey carried out after the March cyclone are summarised in tables 2 and 3, and those of the second survey (for the central plateau — Moka district, and upper part of Grand Port) are given in table 4.

It emerges from the results that the varieties under study vary from the resistant B. 3337, M. 147/44 and B. 37172 to the very susceptible Ebène 1/37. Intermediate types are M. 112/34, M. 31/45 and B. 34104. M. 134/32 has shown wind resistance probably in virtue of its being shorter than the other varieties in general. B. 37161 falls on the susceptible end of the scale, although it appears less liable to suffer than Ebène 1/37. It is probable that the range of breakage would narrow down if cyclones were of higher intensity and the fluctuation in wind direction was greater.

The data collected therefore emphasize the great vulnerability of Ebène 1/37 to wind action. The brittleness of the stalks of this variety and its consequent liability to breakage have been matters of wide currency since it was planted on a field scale. Moreover, its thick stems, wide leaves and low fibre content must be added to the debit side. In the uplands, estate fields with up to 50% of broken stalks were met with, most of the surviving canes lying flat on the ground and the whole field showing a gloomy picture. It was remarked in the course of the survey that many stalks of that variety were attacked by borers, and it was suspected that borer tunnels inside the canes would add to their propensity to snap. Counts of bored stalks were accordingly made in fields in the south and central sectors where damage was heavier. One hundred broken canes were taken at random from several fields and examined for borer holes. Nearly 80% of these stalks had been bored at the breaking point near ground level. Borer control should therefore improve the situation with regard to cyclone damage.

B. 37161 is thick-stemmed and top-heavy like Ebène 1/37, but it appears less susceptible probably on account of its much higher fibre content. It has lodged as badly as Ebène 1/37 in certain fields, and it leaves have, in some cases, been considerably broken and lacerated.

It is fitting at this juncture to remark that both Ebène 1/37 and B. 37161, particularly the former, were, in general, taller than the other varieties. It is a known meteorological fact that wind speed increases rapidly from the ground to higher levels due to the friction at the surface of the ground, so that, other things being equal, it is easy to understand why these two varieties have suffered more damage than the others.

B. 3337, B. 37172 and M. 147/44 have, *per contra*, withstood the blow remarkably well. Their leaves have been little shredded on the whole, so that they have suffered less set back than Ebène 1/37 or B. 37161. Lodging is a characteristic of M. 147/44, and wind action has become superimposed on this natural tendency. B. 3337 is characterised by its capability to maintain its stalks erect under high wind and easily stands at the top of the scale of resistance. Its very high fibre content is probably the most efficient factor in making it more strongly fortified against cyclones.

There is generally a good correlation between trial and field data, except in the case of Ebène 1/37.

The interesting observation was made during the survey that Ebène 1/37 suffered less in Post Release trials than in estates fields in the same locality, which suggests that it was receiving some protection from the neighbouring plots of the resistant varieties in the trials. Lodging of a susceptible variety does in fact occur, but the percentage of broken stalks is less. This further suggests that, as is clearly visible in some cases, the strong winds work their way in between the cane rows, their force being reduced as a result of impact on the cane. There are probably several factors coming into play, for it must be borne in mind that the reaction of the wind to any obstacle in its line of progress is complicated.

In the upper part of Grand Port near the Camisard range and its offshoots, the wind during the cyclones must have attained higher velocities. Ebène 1/37 in a Post Release trial was as badly hit as in the nearby fields, which suggests that in very high winds resistant canes such as B. 3337, offer little or no protection to the susceptible varieties although they remain erect.

In conclusion the varieties surveyed may be classified in decreasing order of resistance as follows:—

B. 3337
M. 147/44
B. 37172
M. 31/45
M. 134/32
B. 34104
B. 37161
Ebène 1/37

**Estimation of losses**

As already mentioned, the results of the survey made after the March cyclone are by no means absolute, but they can, nevertheless, be used to make a rough estimate of the losses in cane tonnage sustained by the 1958 crop.

Weather conditions have been highly propitious for cane growth in 1958, and the total cane which would have been produced, had there been no cyclones and had rainfall been up to standard, calculated by the Halais-Davy formula, works to nearly 4,800,000 metric tons.

Now M. 134/32, the still leading variety, contributed to approximately 60% of the cane milled in 1957, Ebène 1/37 20%, the Barbados varieties 12% and the other M varieties 8%. Supposing the same percentages hold in 1958, the following amounts of cane will be crushed :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| M. 134/32 | 60% | of 4,800,000 | tons = | 2,880,000 tons |
| Ebène 1/37 | 20 o/o | „ | „ = | 960,000 „ |
| Barbados varieties | 12 o/o | „ | „ = | 576,000 „ |
| Other varieties | 8 o/o | „ | „ = | 384,000 „ |
| | | | | 4,800,000 tons |

The reduction in tonnage due to broken stalks would be :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| M. 134/32 | 1.2 o/o | of 2,880,000 | tons = | 34,560 tons |
| Ebène 1/37 | 10.0 o/o | „ 960,000 | „ = | 96,000 „ |
| Barbados varieties | 1.0 o/o | „ 576,000 | „ = | 5,760 „ |
| Other varieties | 1.5 o/o | „ 384,000 | „ = | 5,760 „ |
| | | | | 142,080 „ |
| | | | | = 142,000 tons say |

To this quantity of 142,000 tons, must be added the reduction in tonnage due to a diminution in growth rate following the cyclones. This is estimated at 3%.

∴ 3% of 4,800,000 tons = 144,000 tons
∴ total loss = 286,000 tons
= 6% nearly

The total cane to be reaped in 1958 therefore works out to 4,514,000 tons, which at 12% extraction, would produce 540,000 tons of sugar.

**Future investigations**

The Sugar Industry Research Institute is well conscious of the necessity of breeding varieties of the class of Ebène 1/37 adapted to the super-humid zone but which would be cyclone resistant. The cultivation of B. 3337 on a large scale in this zone would help solve the problem, but this cane cannot be recommended owing to its poorer juice quality. However, the recent discovery that B. 3337 is capable of responding to high nitrogen dressings without decrease in its sugar content may open up new possibilities. B. 37172 and

M. 147/44 are resistant canes, but they are inferior to Ebène 1/37 in the wetter localities. M. 31/45, which crops well in these localities and is moderately wind-resistant, should be considered as a standby until better varieties are produced.

The synthesis of a new variety from B. 3337 that will combine high sugar and high potential resistance to strong winds offers difficulties, B 3337 having been very unprolific in many combinations likely to produce progeny of promise.

P. T. 43-52 is said to be typhoon-resistant in Formosa. Imported in Mauritius in 1956, and released from quarantine in 1958, it will be used in hybridation as soon as possible to try to evolve resistant varieties of a high calibre.

The problem of breeding varieties resistant to strong winds cannot be overlooked in view of the frequency of occurrence of destructive cyclones. Davy, from an analysis of cyclone records for the period 1876-1950, has shown that in each quarter of a century, Mauritius is visited by about seven cyclones of considerable intensity and about fifteen of lesser intensity.

Experiments should, if possible, be made to assess the effect of artificial stalk breakage and leaf shredding on yields of cane and sugar, and that of inter-planting several sugarcane varieties in the same fields on cyclone damage.

Before closing it is proposed that, whenever a cyclone is experienced, a survey of the damage done to the cane should be carried out by the individual estates themselves according to an adopted plan.

## Table 2. Damage to sugarcane by cyclone of 18th — 19th March.

| Variety | Canes per 10-foot plots | Stalks | | Leaves | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Broken % | Lodging | Breakage | Shredding |
| | | A. *Post Release Trials* | | | |
| | | NORTH | | | |
| M. 134/32 | 30.0 | 0.8 | Erect | Nil | Little |
| M. 147/44 | 37.2 | 0.5 | Intermediate | Very little | „ |
| M. 31/45 | 39.4 | 0.0 | Little | Nil | „ |
| Ebène 1/37 | 28.8 | 0.0 | Intermediate | Little | „ |
| B. 3337 | 41.7 | 0.0 | Erect | Nil | Very little |
| B. 34104 | 35.7 | 0.0 | Very little | „ | „ |
| B. 37161 | 29.6 | 0.4 | Intermediate | Little | Intermediate |
| B. 37172 | 36.1 | 0.7 | Very little | Nil | Very little |

SOUTH

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M. 134/32 | 34.2 | 1.2 | Intermediate | Very little | Little |
| M. 147/44 | 41.2 | 1.2 | Little | Nil | Very little |
| M. 31/45 | 40.3 | 1.3 | Intermediate | Very little | Little |
| Ebène 1/37 | 29.8 | 10.2 | Heavy | Intermediate | Heavy |
| B. 3337 | 47.0 | 0.8 | Erect | Little | Little |
| B. 37161 | 26.6 | 4.7 | Heavy | Intermediate | Intermediate |
| B. 37172 | 38.2 | 2.0 | Intermediate | Little | Little |
| B. 34104 | 36.3 | 3.9 | „ | Intermediate | Intermediate |

EAST

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M. 134/32 | 32 0 | 2.0 | Nearly erect | Nil | Nil |
| Ebène 1/37 | 31.8 | 7.8 | Intermediate | Little | Intermediate |
| B. 3337 | 44.0 | 0.0 | Erect | Nil | Very little |
| B. 34104 | 35.6 | 2.3 | Very little | „ | „ |
| B. 37161 | 32.3 | 0.5 | Little | „ | „ |
| B. 37172 | 37.5 | 1.3 | Nil | „ | Nil |

WEST

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M. 147/44 | 37.7 | 0.4 | Intermediate | Nil | Intermediate |
| M. 31/45 | 39.0 | 2.1 | „ | „ | „ |
| Ebène 1/37 | 31.0 | 7.9 | Extreme | Little | Heavy |
| B. 37172 | 41.0 | 1.6 | Intermediate | Very little | Intermediate |

CENTRE

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M. 134/32 | 30.8 | 0.0 | Erect | Nil | Very little |
| M. 147/44 | 39.0 | 0.4 | Intermediate | Very little | Little |
| M. 31/45 | 37.0 | 1.5 | Little | Nil | „ |
| Ebène 1/37 | 30.7 | 1.4 | Heavy | Little | Intermediate |
| B. 3337 | 38.3 | 0 0 | Nil | Very little | Nearly erect |
| B. 34104 | 33.1 | 0.0 | Very little | Little | Intermediate |
| B. 37161 | 28.5 | 0.6 | Little | „ | „ |
| B. 37172 | 36.3 | 0.3 | Very little | Very little | „ |

B. *Estate fields near anemometers*

NORTH

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M. 134/32 | 30.0 | 0.0 | Erect | Little | Very little |
| M. 112/34 | 32.3 | 0.8 | Inter-Heavy | „ | Little |
| M. 147/44 | 34.8 | 1.0 | Intermediate | Very little | „ |
| M. 31/45 | 37.0 | 1.4 | „ | Nil | „ |
| Ebène 1/37 | 29.4 | 1.4 | Inter-Heavy | Little | Intermediate |
| B. 34104 | 37.0 | 1.1 | Intermediate | Very little | Little |
| B. 37161 | 34.3 | 1.0 | „ | Little | „ |
| B. 37172 | 35.5 | 0.9 | „ | Very little | „ |

SOUTH

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M. 134/32 | 28.0 | 1.8 | Erect | Nil | Little |
| M. 147/44 | 37.0 | 3.3 | Little | „ | Intermediate |
| M. 31/45 | 28.0 | 4.2 | Inter-Heavy | „ | „ |
| Ebène 1/37 | 28.0 | 5.5 | „ „ | „ | Heavy |
| B. 3337 | 38.0 | 1.1 | Little | „ | Very little |
| B. 37172 | 38.0 | 0.2 | Erect | „ | „ |

EAST

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M. 134/32 | 33.5 | 1.8 | Intermediate | Very little | Little |
| M. 147/44 | 40.5 | 1.0 | Little | „ | Very little |
| M. 31/45 | 35.6 | 1.4 | „ | „ | Little |
| Ebène 1/37 | 31.1 | 14.5 | Extreme | Little | Heavy |
| B. 37161 | 32.5 | 1.5 | Intermediate | Very little | Very little |

WEST

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M. 134/32 | 30.9 | 1.6 | Intermediate | Nil | Intermediate |
| M. 112/34 | 41.3 | 4.2 | Inter-Heavy | Little | „ |
| M. 147/44 | 42.5 | 0.2 | Intermediate | Nil | „ |
| M. 31/45 | 35.9 | 1.8 | „ | Little | „ |
| Ebène 1/37 | 31.6 | 4.4 | Inter-Heavy | Intermediate | Inter-Heavy |
| B. 37161 | 32.1 | 2.9 | „ | „ | „ „ |

Table 3. *Post Release Trials and Estates (Average)*

| Variety | Cane per 10-foot plots | Broken stalks % | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Post Release trials | Estates | Average |
| M. 134/32 | 31.0 | 1.0 | 1.3 | 1.2 |
| M. 147/44 | 37.3 | 0.7 | 1.4 | 1.1 |
| M. 31/45 | 34.1 | 1.1 | 2.0 | 1.5 |
| Ebène 1/37 | 28.3 | 5.4 | 13.6 | 8.9 |
| B. 3337 | 41.0 | 0.4 | 1.1 | 0.5 |
| B. 34104 | 35.6 | 1.7 | 1.1 | 1.5 |
| B. 37161 | 30.9 | 1.5 | 1.7 | 1.6 |
| B. 37172 | 37.2 | 1.0 | 0.6 | 0.8 |

Table 4. *Damage on estates (second survey)*

| Variety | Canes per 10-foot plots | Stalks | | | Leaves | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Broken % | | Lodging | Breakage | Shredding |
| | | Mean | Extremes | | | |
| *Central Plateau (Moka)* | | | | | | |
| Ebène 1/37 | 25.9 | 13.5 | 5.8-29.6 | Inter-Heavy | Intermediate | Intermediate |
| *Upper parts of Grand Port* | | | | | | |
| Ebène 1/37 | 21.5 | 22.7 | 12.2-45.2 | Heavy | Heavy | Heavy |
| M. 147/44 | 25.0 | 2.8 | — | Inter-Heavy | Intermediate | Inter-Heavy |

## BIBLIOGRAPHY

DAVY, E. G., 1953 — Climate and Sugarcane — Centenary Book, Mauritius Chamber of Agriculture.

KING, J., 1956 — The Varietal Factor in Cyclone Damage — Cane Growers' Quart Bull. XX, 11-12.

M.S.I.R.I. — Annual Report for 1957.

## RÉSUMÉ

*Résistance aux cyclones des variétés de cannes à sucre*

Après une période de douze ans indemne de cyclones destructeurs, l'île Maurice a, en 1958, subi les effets de deux de ces météores. Le vent, heureusement, ne souffla que dans une seule direction pendant un temps relativement court, mais sa vitesse horaire moyenne fut peu élevée.

Un recensement du bilan des dégâts fut effectué dans les essais complémentaires et dans des champs aux environs des anémomètres de Dines. Les dégâts furent estimés en comptant les tiges brisées dans des parcelles de 10 pieds de long. Des observations ont été faites sur la verse des cannes et la déchirure des feuilles, et elles ont été notées selon une échelle arbitraire préalablement établie.

Les résultats de la prospection font voir que les variétés étudiées se sont comportées différemment en fonction de leur aptitude individuelle, et peuvent être divisées en trois groupes :

Variétés résistantes (B. 3337, M. 147/44, B. 37172) ; variétés sensibles (Ebène 1/37, B. 37161) ; et variétés intermédiaires (M.134/32, M. 112/34, M. 31/45, B. 34104).

Les données obtenues au cours du recensement ont aussi été utiliseés pour estimer les pertes en cannes et la récolte sucrière en 1958. La quantité totale de canne à manipuler serait de 4.514.000 tonnes équivalente à 540.000 tonnes de sucre, en prenant une extraction moyenne de 12%.

Un programme de recherches est tracé pour l'avenir. Il faut essayer de synthétiser par hybridation des variétés à haut rendement sucrier et résistantes aux vents cycloniques. Des expériences seront entreprises pour imiter l'effet des cyclones : réduction d'un nombre variable de tiges à différentes époques, et brisure et lacération artificielle des feuilles. Il faudrait enfin éprouver la méthode de planter des variétés sensibles et des variétés résistantes dans des parcelles alternées ou en mélange dans les mêmes sillons.

# L'EXPÉRIMENTATION AUX CHAMPS A L'INSTITUT DE RECHERCHES SUCRIÈRES

par

GUY ROUILLARD

*Chief Agriculturist, M.S.I R.I.*

L'expérimentation effectuée en plein champ dans les conditions de la pratique culturale a pris depuis le début du siècle une importance sans cesse grandissante par suite du développement de la génétique et des recherches de laboratoire appliquées à l'agriculture. Les méthodes de laboratoire, qu'il s'agisse de juger de la valeur d'un engrais, d'un herbicide, d'un insecticide ou d'un fongicide, utilisent un milieu artificiel très éloigné des conditions naturelles. Elles doivent donc être obligatoirement complétées par l'expérimentation en plein champ, faite dans les conditions de la pratique agricole.

Dans les débuts de l'expérimentation, alors que l'on s'attachait principalement aux différences qualitatives, les écarts entre le témoin et les parcelles traitées étaient faciles à déceler ; aucune difficulté ne se présentait, par exemple, pour déterminer les effets spectaculaires des engrais azotés sur le rendement. Il y a moins de 20 ans une variété transcendante, la M. 134/32, s'imposait d'elle-même aux planteurs Dès sa sortie de la Station des Pamplemousses où elle avait été comparée dans un unique essai, elle fut propagée en grande culture, sans passer par les étapes habituelles de l'expérimentation rationnelle.

S'il ne s'agissait donc que de démontrer les différences spectaculaires, l'empirisme n'aurait pas eu à céder sa place à l'expérimentation scientifique Plus l'agriculture fait de progrès, plus elle s'éloigne d'un art pour devenir une science, d'autant plus complexes mais sures sont les étapes qui conduisent à son amélioration. En d'autres termes, les différences de rendement que l'expérimentation met en évidence deviennent de plus en plus faibles. De plus, étant donné l'importance des variations accidentelles il devient nécessaire d'apporter beaucoup de soins à l'exécution de ces expériences. Cela nécessite l'emploi d'un personnel spécialisé, ce qui fait que les essais comparatifs de rendement sont une forme coûteuse de la recherche ; d'autant plus que pour être valables ils doivent être répétés un grand nombre de fois.

Grâce à l'emploi d'un dispositif expérimental approprié, associé à l'utilisation des méthodes statistiques pour déterminer, lorsqu'il y a lieu, la signification des résultats obtenus, on arrive de nos jours à satisfaire des exigences plus poussées et à réaliser une expérimentation à la fois relativement économique, précise et efficace. Les méthodes statistiques permettent de déterminer la valeur des données issues d'une expérience, et déterminent de ce fait le nombre d'essais à établir pour mener à bien

une étude agronomique. Ainsi l'évaluation d'une opération culturale telle que le buttage ou le dépaillage nécessite un nombre d'essais beaucoup plus grand que s'il s'agissait de sélectionner une bonne variété d'un lot de cannes médiocres.

Pour que les essais sur la nutrition fournissent le maximum d'information dans le minimum de temps, la détermination du rendement doit être complétée par le contrôle biochimique du mode d'alimentation diagnostic foliaire et par la recherche de facteurs climatiques intervenant sur la croissance.

Afin de généraliser les résultats obtenus, les essais doivent être réalisés en même temps sur l'ensemble du territoire représentant toutes les conditions naturelles et répétées pendant plusieurs années consécutives pour tenir compte de la variabilité des facteurs édaphiques et climatiques. Aussi les essais variétaux sont-ils faits à Maurice dans les régions les plus diverses : sur-humides, humides et sous-humides, cette dernière étant différenciée en zone irriguée et non-irriguée. Cette classification est aussi valable pour l'établissement des essais d'engrais ou d'amendements. Il va sans dire qu'un essai sur la forme de phosphate n'aura de valeur que s'il est fait sur un champ carencé en cet élément. Par contre, si le but visé est de déterminer l'effet des engrais organiques sur les rendements, il conviendra de choisir un sol ayant une bonne réserve phospho-potassique, au cas contraire un apport massif de ces éléments devra être fait dès la plantation. D'autre part, la dose d'azote employée au cours de la rotation devra être très élevée, ceci afin d'exclure les effets directs des éléments nutritifs.

L'expérimentation en plein champ est donc un tremplin essentiel vers la réalisation des progrès en agriculture. Ceci ne veut pas dire, dans le cas de nouvelles variétés, par exemple, que le praticien ne puisse intervenir très utilement en complémentant les résultats obtenus au départ, par des moyens scientifiques. Je dis bien complementer, car les données de base sont obtenues beaucoup plus rapidement au moyen de petites parcelles convenablement réparties et suffisamment répétées sur lesquelles seront prélevées des cannes aux fins d'analyses de laboratoire, toujours en parallèle avec un témoin. Par contre, dans le cas d'expériences faites sur l'échelle industrielle les cannes étant analysées aux moulins ne peuvent donner des résultats valables (et ceci à la suite de frais considérables), que si elles sont toujours comparées à un témoin ayant le même âge et ayant été cultivé dans les conditions absolument égales. Il faut aussi que les champs soient récoltés à trois différentes dates de coupe et suivies pendant au moins trois années. L'étendue réservée à l'expérimentation sur une exploitation sucrière serait trop élevée et, de ce fait, pas économique.

Nous poursuivons actuellement à l'Institut de Recherches 175 expériences aux champs, la quasi-totalité étant faite sur les exploitations sucrières. Elles couvrent pratiquement toutes les branches de la recherche agronomique variétés, nutrition, sols, entomologie, pathologie, contrôle des mauvaises herbes et méthodes culturales.

Si vous le voulez bien nous passerons en revue quelques exemples de ces séries d'expériences.

**1. Expériences Variétales**

C'est la série la plus importante de notre organisation. Le but visé: trouver des variétés à forts rendements en canne et en sucre, résistantes aux insectes et aux maladies et possédant par ailleurs les caractéristiques agricoles désirables.

L'Institut de Recherches produit annuellement environ 30,000 seedlings. A la suite d'une sélection méthodique poursuivie pendant 6 années ce nombre est réduit à une cinquantaine de variétés qui sont mises en expériences sur les établissements sucriers. Une dizaine d'expériences sont requises à cet effet.

Ces essais comprennent 24 parcelles groupées en blocs chacun desquels comprend 6 parcelles, c'est à dire un témoin et 5 variétés à être éprouvées La parcelle mesure 4 lignes sur 30 pieds et seules les deux lignes du milieu sont pesées en repousses. Après la récolte de la deuxième repousse les variétés susceptibles d'être agréées sont placées dans d'autres expériences comprenant 6 blocs chacune. Deux de ces blocs sont récoltés au début, deux autres au milieu, et le troisième tiers à la fin de la coupe. Les variétés qui répondent le mieux sont réparties sur 8 à 10 de ces essais qui ne sont pas pesés en vierges mais seulement coupés à la date voulue afin que les repousses qui reçoivent 60 kg. d'azote à l'arpent annuellement soient toujours récoltés à l'âge de 12 mois. A ce stade de l'expérimentation, des pépinières de cannes traitées par la chaleur contre la maladie du rabougrissement, sont établies, les boutures qui en proviennent étant utilisées pour l'implantation d'essais sur la faculté de repousser des variétés.

*Faculté de produire des repousses*

Le but de ces expériences est de rechercher dans un temps relativement court si les variétés repoussent convenablement. Elles sont établies en carrés latins, dont chaque parcelle est de 4 lignes de large sur 10 pieds de long. La récolte est faite tous les 3 ou 4 mois et la totalité de la matière verte est pesée. L'on arrivé de la sorte à obtenir 8 repousses successives dans l'espace de 3 ans.

Les variétés ayant franchi favorablement toutes les épreuves sont recommandées au « Cane Release Committee » pour être officiellement agréées Celles arrivées à ce stade de l'expérimentation sont à l'heure actuelle la M. 202/46, M. 93/48, M. 253/48, M. 305/49 et B. 41227.

*Essais Complémentaires*

Ces études qui font suite aux essais variétaux traitent seulement des variétés agréées. Les essais comprennent 3 groupes de 2 blocs subdivisés en 2 fois plus de parcelles qu'il y a de variétés à comparer, (8 à 12 parcelles) ce qui permet d'obtenir une répétition par variété et par bloc. Chacune de ces parcelles de 12 lignes sur 50 pieds est subdivisée en trois sous-parcelles de 4 lignes chacune. Ces sous-parcelles reçoivent différentes doses d'azote, d'acide phosphorique et de potasse et servent de base pour

les études sur la nutrition, la composition de la plante et les propriétés des jus en fabrication. C'est donc à ce stade que les clefs d'interprétation du diagnostic foliaire sont établies pour chacune des variétés cultivées. Il est inutile d'ajouter que la vigilance des pathologistes et entomologistes augmente au fur et à mesure que s'accroît la culture des nouvelles variétés.

**2. Nutrition**

Les grandes lignes de la nutrition étant établies par les essais complémentaires, il reste à démontrer quelles sont les formes les plus économiques à employer et les modes de placement les plus effectifs pour chacun des éléments nutrutifs. Le problème des oligo-éléments est aussi à l'étude sur les sols marginaux de la région surhumide et sur les sols calcaires du littoral.

*Azote*

Les comparaisons entre nitrate de soude et sulfate d'ammoniaque ont perdu de leur intérêt. Il a été amplement démontré que ces deux engrais azotés produisent les mêmes accroissements de rendements, mais le sulfate d'ammoniaque est recommandé en raison de son prix plus avantageux. L'urée, un engrais azoté, dont le prix est encore plus faible que celui du sulfate d'ammoniaque est en train de s'imposer sur le marché. Etant donné que certains planteurs hésitent encore à l'employer, l'Institut de Recherches a établi une série de huit expériences en vierges et en repousses pour comparer l'efficacité des deux formes d'engrais sous les conditions les plus diverses de sol et de climat. Disons tout de suite que nous n'avons jusqu'à présent constaté aucune différence en faveur de l'un ou l'autre de ces engrais.

*Phosphate*

Les points à déterminer sont les suivants :

1° — Quelle est la forme la plus économique de phosphate à employer à la plantation ?

2° — Est-il avantageux d'employer les engrais phosphatés en repousses ? Si tel est le cas quelle est la forme à employer et le mode d'épandage le plus efficace ?

Ces études font partie d'une série de 26 essais, 9 desquels reçurent des phosphates à la plantation et sur 17 autres les phosphates sont appliqués annuellement en repousses. Les différentes formes à l'étude sont les phosphates monocalciques, bicalciques et tricalciques et le phosphate d'ammoniaque. Les modes d'application employés en repousses sont : en dévidage autour de la souche le long de la ligne en surface, et sur la paille. Je ne m'étends pas davantage sur cette série d'expériences, mes collègues Parish et Feillafé ayant déjà exposé le problème au cours d'une conférence faite lundi dernier.

**3. Amendements**

Les amendements à l'étude sont : la matière organique, le basalt pulvérisé et la chaux.

*Matière Organique*

En sus des expériences faites sur les établissements sucriers, comparant le fumier de ferme, les écumes et les mélasses aux engrais minéraux une autre série d'essais a été établie sur chacune des quatre stations de l'Institut de Recherches. Ces essais mis en train en 1954 auront un caractère permanent Ils comprennent 16 parcelles, la moitié recevant les engrais minéraux habituels et l'autre moitié des écumes et des mélasses à des doses calculées d'après les poids de cannes de ces parcelles et leur correspondance en sous-produit de fabrication. Les parcelles fertilisées seulement par les engrais minéraux reçoivent l'équivalent des éléments fertilisants apportés par les engrais organiques.

Quatre des parcelles de chacun des traitements, c'est-à dire la moitié de chaque expérience est brûlée avant la coupe tous les ans. Les comparaisons sont donc établies sur quatre traitements :

Engrais organiques : brûlés et non brûlés

,, minéraux : ,, ,,

Ces expériences permettront après quelques années de se renseigner sur l'évolution de la vie microbienne des sols.

Il existe cependant à Maurice un ou deux milliers d'arpents de terre hydromorphes cultivés en cannes dont les rendements pourraient être améliorés par l'emploi d'amendements organiques. A cet effet deux expériences ont été établies à Yémen et à Magenta pour étudier les effets des écumes et des mélasses sur la structure du sol et sur les rendements en canne.

**4. Maladies**

Les études sur les maladies de cannes commencent dès le stade de sélection. Les variétés nouvelles alors qu'elles sont encore en observation sur nos stations sont en effet éprouvées en vue d'établir leur résistance à la gommose, à la morve rouge, aux stries chlorotiques et au rabougrissement. Celles qui sont sensibles sont recommandées sous certaines réserves, tel le cas de la B. 34104 qui est sensible à certaines lignées de la bactérie causant la maladie du « Leaf Scald ».

Les expériences faites sur la maladie des stries chlorotiques ont poussé à l'établissement de stations de traitement utilisées actuellement dans toutes les localités où sévit la maladie. Alors que d'autres études se poursuivent sur le mode de transmission du virus des stries chlorotiques, les recherches sur la maladie du rabougrissement ont pris un essor considérable. Au point de vue agronomique il s'agit de savoir quel est la résistance de chacune des variétés cultivées, si certaines variétés sensibles à la maladie du rabougrissement pourraient être recommandées pour la grande culture et si la M. 134/32 est à même de retrouver une place avantageuse parmi les nouvelles variétés en vogue.

**5. Insectes**

Jusqu'à récemment les seules moyens de contrôle du 'Clemora' à

Maurice a été l'introduction de parasites de l'étranger. Les premiers essais faits en 1954 par le Département de l'Agriculture ayant donné des résultats encourageants une série d'expériences sur l'emploi de chlordane et de l'Aldrin fut établie par l'Institut de Recherches. Les doses de 4 à 8 lb de Chlordane et 2 à 4 lb d'Aldrin ont été employées respectivement. Les résultats de ces essais ont été exposés par Williams au cours de conférences faites au début de l'année.

### 6. Conclusion

Voici pour résumer un tableau des expériences actuellement en train à l'Institut de Recherches.

Expériences à être récoltées durant la coupe de 1958

| | Propriétés | | | Stations | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | N | S | C | | |
| 1. Expériences variétales récoltées en une fois | 9 | 8 | 3 | — | 20 |
| 2. „ „ récoltées en trois fois... | 10 | 6 | 7 | — | 23 |
| 3. Essais complémentaires „ ... | 5 | 4 | 5 | — | 14 |
| 4. Capacité de repousses ... ... | — | — | — | 4 | 4 |
| 5. Engrais organiques v/s Engrais minéraux... | — | 3 | 3 | — | 6 |
| 6. Engrais organiques v/s Engrais minéraux expériences permanentes ... ... | — | — | — | 4 | 4 |
| 7. Essais permanents d'engrais ... | — | — | — | 4 | 4 |
| 8. Basalte pulvérisé ... ... | — | 1 | 1 | — | 2 |
| 9. Mélasse et Bagasse sur sols hydromorphes.. | — | — | 2 | — | 2 |
| 10. Phosphate à la plantation ... .. | 2 | 5 | 2 | — | 9 |
| 11. „ en repousses ... ... | 6 | 5 | 6 | — | 17 |
| 12. Sulfate d'Amm. v/s Urée ... ... | 3 | 2 | 3 | — | 8 |
| 13. Oligo-éléments ... ... | — | 2 | — | — | 2 |
| 14. Contrôle chimique du Clémora ... | 1 | 3 | 9 | — | 13 |
| 15. Effets des herbicides sur les rendements... | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| 16. Contrôle du Chiendent ... .. | 2 | 1 | 2 | — | 5 |
| 17. „ de la Mackaye ... ... | — | 1 | 2 | — | 3 |
| 18. Maladie du rabougrissement ... | — | — | — | 12 | 12 |
| 19. Maladie des stries Chlorotiques ... | 1 | — | — | 3 | 4 |
| 20. „ du " Leaf Scald " ... ... | — | — | — | 3 | 3 |
| Total ... ... ... | 40 | 42 | 47 | 31 | 160 |
| Divers essais mis en train de janvier à juin 1958 | | | | | 15 |
| Total essais en train à ce jour | | | | | 175 |

*L'expérience de Palmyre comparant l'irrigation par aspersion à celle faite en surface couvre une superficie de 160 arpents subdivisée en 8 paires de comparaisons.

La récolte de ces expériences et leur fertilisation au cours de la prochaine campagne nécessitera l'emploi de près de 300 journées d'agronomes de l'Institut. Si nous avons osé entreprendre le travail sur une telle échelle c'est parceque nous savons que nous pouvons compter sur la collaboration de tous sur les établissements sucriers. Les agronomes mauriciens peuvent en effet se considérer privilégies de travailler dans des conditions aussi favorables car dans d'autres pays sucriers tels que les Iles Hawaii et l'Australie, l'étude des problèmes agronomiques devient de plus en plus compliquée grace aux difficultés dc main-d'œuvre, rendues tous les jours plus inquiétantes. Ce n'est pas pour cette raison que nous avons l'intention d'abuser de votre complaisance, mais vous réaliserez sûrement avec moi que toute expérience compromise à la suite d'un manque d'attention de la part d'un employé cause un retard, qui entrave les progrès de l'industrie sucrière dans son ensemble. Une bonne variété libérée un an trop tard peut être un manque à gagner considérable pour la colonie.

Au cours de ces dernières années les accidents sont surtout survenus aux expérience récoltées à trois reprises pendant la coupe. Dans le but d'éviter la perte de données aussi prècieuses nous avons groupé les meilleures variétés dans un nombre minimum d'essais, ce qui permet de leur donner toute l'attention voulue. C'est donc sur cette série d'expériences que votre vigilance doit s'exercer particulièrement, et je suis certain qu'avec une collaboration encore plus étroite de la part de chacun le succès de toutes les expériences sera assuré. D'avance je vous dis à tous merci!

## SUMMARY

### *Field Experimentation at the*

### *Mauritius Sugar Industry Research Institute.*

With advances in agriculture, scientific experimentation is rendered more and more necessary. The methods employed have to be more accurate as small differences in yield are not looked for. To that effect experiments must be replicated all over the country and repeated during a certain number of years. Biological control and studies of climatic factors influencing growth are an indispensable adjunct of field experimentation.

At the Research Institute 175 experiments are under way, more than one third of which are variety trials. Studies on nutrition mainly nitrogen and phosphoric acid form part of an important programme of research. Permanent trials are under way to compare organic to mineral fertilizers. Chlorotic streak and ratoon stunting disease are studied on a field scale and experiments are made to control Clemora by means of insesticides. Experiments to compare overhead to surface irrigation are underway at Palmyre and new trials on cultural operations will soon be laid down.

Harvesting and fertilizing of the trials will require during the next crop, not far from 300 days work from Field Officers of the Institute. The importance of a close cooperation between the staff of the Sugar Estates and the Officers of the Research Institute is stressed as a result of which complete success of all the experiments will be achieved.

# OBSERVATIONS ON THE CHEMICAL CONTROL OF CHIENDENT *(Cynodon dactylon)* AND HERBE MACKAYE *(Phalaris arundinacea)*.

By

E. ROCHECOUSTE

*Botanist, M. S. I. R. I.*

**Introduction.**

These two grasses are undoubtedly the most troublesome weeds of our agricultural lands. *Chiendent* is a drought resisting perennial with a prostrate habit particularly tenacious in the humid and sub-humid localities whereas *H. Mackaye* is a perennial with an erect habit mostly troublesome in the super-humid localities. The two grasses have an extensive system of rhizomes which may penetrate the soil to a depth varying from 1 to 2 ft. In general, however, they are more deeply seated in cultivated lands than in abandoned lands possibly owing to the greater compactness of the soil particles in the latter.

In our eradication campaign against these grasses TCA has been widely used and to a lesser extent sodium chlorate. Although these chemicals have given quite satisfactory results yet it must be emphasized that disappointing results have also been recorded in many localities more particularly at certain seasons of the year. In order to shed more light on the problem a new series of experiments has been initiated on the comparative effectiveness of TCA and other herbicides with a view to re-investigating the various factors governing the herbicidal control of these perennials

The object of this paper is to summarize the results of experiments carried out during the years 1956-57 and to report on those in progress.

**Experiments 1956-57.**

These trials were initiated to obtain further information on the best time of applying the herbicides and on the effects of repeating the same treatment at two months' intervals on the growth behaviour of these grasses. Throughout these investigations plot size was kept at 400 sq. ft. and the weed-killers were applied in 160 gallons of water per arpent.

The two series of trials established were as follows :

(a) *Single application treatment.* Series of plots were sprayed at different times of the year; no plot received the treatment more than once.

(b) *Double application treatment.* Series of plots were sprayed at

different times of the year. Every plot received the same treatment twice at two months' intervals.

Results obtained in these experiments will be described under these two headings :

(a) *Single application treatment.*

In these trials TCA was used alone at 50, 100, 150 and 200 lb per acre and in various combinations with sodium chlorate (100 lb); dalapon (20 and 40 lb) and amizol (20 and 40 lb). The first series of plots were sprayed in May and the others were subsequently treated in July, September, November and January. Regrowth incidence was recorded at monthly intervals.

*Results*

*Chiendent* — The best spraying times were found to be May, September and November and the best treatments were the following :

(i) TCA at 100, 150 and 200 lb — May, September and November applications.

(ii) TCA at 100 lb plus dalapon at 20 or 40 lb — May application.

(iii) TCA at 100 lb plus sodium chlorate at 100 lb — May application.

It must be observed that no great difference was obtained between the treatments TCA 100 lb plus dalapon 20 lb and TCA 100 lb plus dalapon 40 lb. Further there was little to choose between the 100 and 150 lb TCA treatments. The combination TCA-amizol was in general less effective.

From the data obtained the following conclusions were drawn :

(i) No treatment killed the grass in one application.

(ii) Time of application has an important bearing on the efficacy of the treatment.

(iii) With reference to the best spraying time for the control of the grass the following points deserve consideration. (Fig. 1):

*May* - TCA at 100, 150 and 200 lb gave comparatively similar results to the combination TCA 100 lb plus dalapon at both concentrations. The treatment TCA 100 lb plus sodium chlorate 100 lb was less effective the grass resuming its activity one month earlier in that treatment than in the others.

*July* - In general unsatisfactory.

*September and November* - TCA 100, 150 and 200 lb were the best treatments and there was little to choose between the different rates of application. September applications were more effective than November ones.

*January* - Relatively poor results in all treatments owing to the rainy season which followed after the experiments had been laid down.

*Herbe Mackaye* — Again the best spraying times were found to be May, September and November. With regard to the treatments TCA 100 lb plus sodium chlorate 100 lb stood out as being the best, more particularly when application was made in September. Other treatments that gave satisfactory results were 100, 150 and 200 lb TCA and the combination 100 lb TCA plus 40 lb dalapon. As was observed for *Cynodon* no treatment also killed *H. Mackaye* in one application. Information derived from the different spraying times may be summarized thus : (Fig. 2)

*May* - The 200 lb TCA ; the 100 lb TCA plus 100 lb sodium chlorate and the 100 lb TCA plus 40 lb dalapon were the best treatments.

*July* - In general unsatisfactory.

*September and November* - All treatments gave satisfactory results but the 100 lb TCA plus 100 lb sodium chlorate was the best.

*January* - Unsatisfactory owing to rainy season which followed herbicidal application.

(b) *Double application treatment.*

These experiments were laid down in order to determine whether two applications of the same treatment at 2 months' intervals would not give a better control of the grass than a single application. In these trials only treatments which gave satisfactory results in single application were investigated.

Briefly the experiments were established thus : different series were sprayed in May, July, September, November and January and received a second application in July, September, November, January and March respectively. Regrowth incidence was recorded at monthly intervals.

*Results.*

When second applications were made the state of the plots with respect to the grass was : no regrowth, regrowth had just started and regrowth fairly well established. In general, it may be said that the efficacy of the different treatments was related to some extent to the degree of regrowth at the time spraying was made and results obtained will be analysed in that respect :

(i) *No regrowth.* A second application of the herbicide did not improve the efficacy of the treatment for the grasses resumed their activity in these plots at approximately the same time as in those that had received only a single application treatment. This was more particularly obvious in treatments where TCA had been used alone.

These results seem to indicate : *either* at the second application the root system in the upper soil layers was no longer absorptive owing to death of rhizomes in that zone and the chemical was probably decomposed by the soil micro-flora before it reached the more deep seated living rhizomes, *or* at first application the herbicide had induced a more or less prolonged dormant period in the rhizomes and the chemical applied at the second spraying was decomposed by the soil micro-flora before resumption of activity in the rhizomes took place. It must be observed that " no regrowth " was obtained in all treatments where first applications were made in May, September and November.

(ii) *Regrowth had just started.* This was obtained only in the 100 lb TCA treatment when first application was made in July. The effects of the second application on such plots gave satisfactory results. This suggested that the time at which the second spraying is made with regard to degree of regrowth could be critical in determining the efficacy of the treatment.

(iii) *Regrowth fairly well established.* Apart from the 200 lb treatment all plots which had received their first spraying in July showed a fairly high percentage of regrowth at the time the second spraying was made. A second application on these plots did not improve the efficacy of the treatment.

*Experiments in progress.*

Results obtained from the experiments described above indicate that the herbicidal control of *Chiendent* and *H. Mackaye* is a complex problem involving a set of factors of which the most important are ;

(i) differences in varietal susceptibility,

(ii) time of application,

(iii) depth of penetration of rhizomes,

(iv) soil type.

In order to investigate further the different aspects of this problem a comprehensive series of trials has been planned out and those already in progress will be briefly described hereunder : —

(a) *Studies on the nature and seasonal content of food reserves.*

Monthly samples of the grasses are taken from a 36 sq. ft. quadrat and divided into the following components : green shoots and leaves, underground rhizomes ; the latter being collected separately for every 3 in. profile. The content of food reserves in the different components of the samples are analysed separately. The object of these trials is to determine the monthly variation in food reserves as well as their distribution with regard to depth of penetration of rhizomes.

(b) *Investigations on the effects of repeated applications and on the extent to which dormancy may be induced in the rhizomes.*

These two factors are studied concurrently thus: In one series the treatment is repeated as often as required, depending upon "signs" of resumed activity in the grass. In the other a sample of rhizomes is taken from a 9 sq.ft. quadrat at monthly intervals after the first spraying. When signs of regrowth become apparent in the first series, the two series receive their second spraying. Rhizomes collected are planted in boxes in the greenhouse and percentage bud germination recorded monthly. These trials are expected to supply information on the degree of kill at monthly intervals in relation to depth of penetration as well as the possibility of induced dormancy in the rhizomes. Further, data on the time interval between successive applications and the total number of sprays required to kill the grass with respect to penetration will be obtained.

(c) *Studies on the control of "chiendent" in sugarcane plantations.*

The control of *chiendent* in sugar cane plantations as recommended in 1953 (M.S.I.R.I. Bull. 2) has given satisfactory results on estates where this practice has been followed up. It is felt, however, that more information is required in order to evaluate this treatment in comparison with the combined operation of herbicide application and ploughing prior to planting. Experimental work on this aspect is being conducted along the following lines:

(i) single versus double application treatments,

(ii) single versus split application treatments in relation to ploughing,

(iii) application in plant canes.

These experiments will, it is hoped, give some interesting data on the treatment of fields infested with *chiendent* that have to be replanted shortly after harvest.

**Summary and Conclusions**

In the chemical eradication of "*chiendent*" and "*H. Mackaye*" many factors are involved which condition the efficacy of the treatment. Varying results obtained in the use of TCA and sodium chlorate for their control indicate that a better understanding of the botany of these grasses and of the effects of these herbicides in relation to the plant and soil is needed. Experimental work done in this direction has, so far, given promising information, with more data accumulating we hope to be in a position to advise more adequately on the control of these grasses.

In placing before you the various aspects of this problem our main endeavour has been to draw your attention on the complex nature of these investigations in order that you may have a better understanding of our difficulties on this subject.

**Acknowledgements**

I am indebted to managers of sugar estates for having placed at our disposal for an indefinite period of time fields infested with these grasses. Their co-operation for this work has been much appreciated for otherwise these investigations would not have been initiated.

## FRENCH SUMMARY

*Expériences en cours sur la destruction du chiendent* (Cynodon dactylon) *et de l'herbe Mackaye* (Phalaris arundinacea)

Des essais furent mis en place avec le TCA en mélange avec le dalapon l'amizol et le chlorate de soude dans des différentes localités de l'île à différentes saisons de l'année. Des résultats obtenus il fut établi que pour le chiendent le TCA aux taux de 100, 150 et 200 livres à l'arpent et le mélange TCA 100 livres plus dalapon 40 livres à l'arpent furent les meilleurs traitements. Pour l'herbe Mackaye, d'autre part le mélange TCA 100 livres plus chlorate de soude 100 livres fut la meilleure combinaison. De plus il fut établi qu'aucun des traitements sus-mentionnés ne détruisit totalement ces graminées en une seule pulvérisation.

Ces essais démontrèrent aussi que l'efficacité des traitements dépendait de la saison à laquelle la pulvérisation était faite ; les meilleurs résultats étant obtenus aux mois de Mai Septembre et Octobre.

Ces premiers travaux établirent que la destruction du chiendent en particulier est un problème de grande complexité qui exige des recherches fondamentales sur la botanique de la plante ainsi que sur l'effet de l'action herbicidale sur la plante par rapport au sol et au climat.

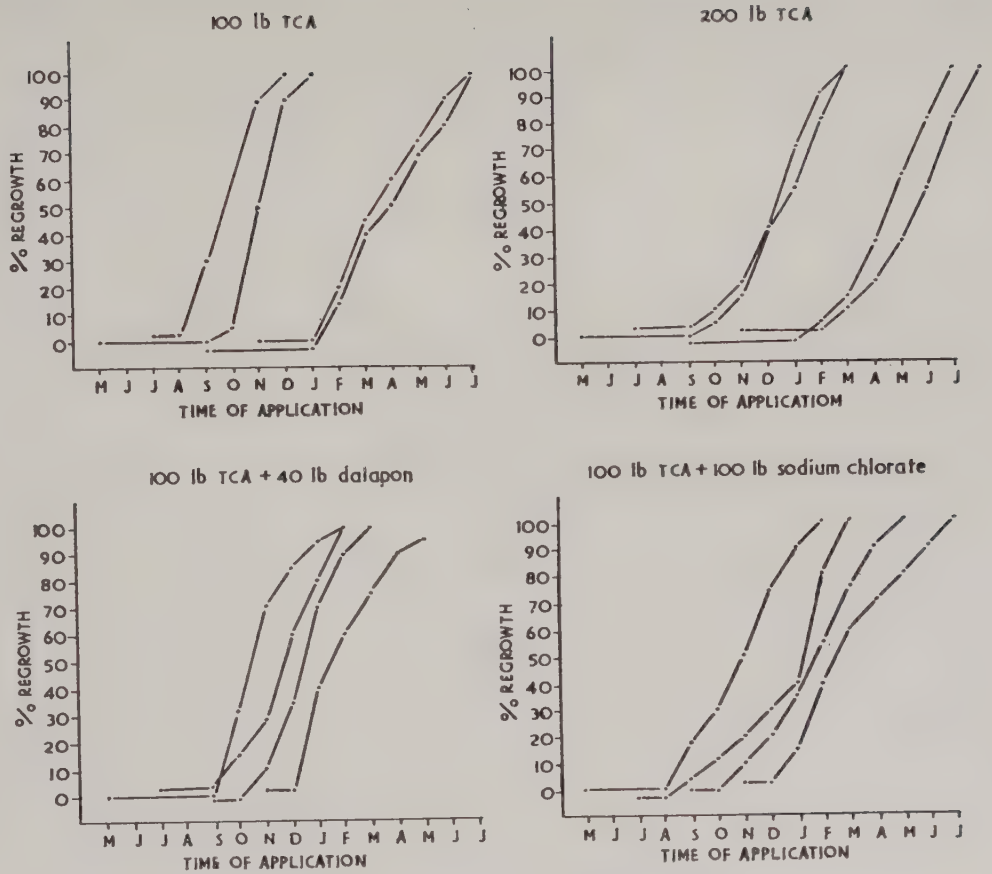



Fig. (1). Effects of TCA, Dalapon and Sodium chlorate on *Chiendent* in relation to time of application
May 1956 — August 1957

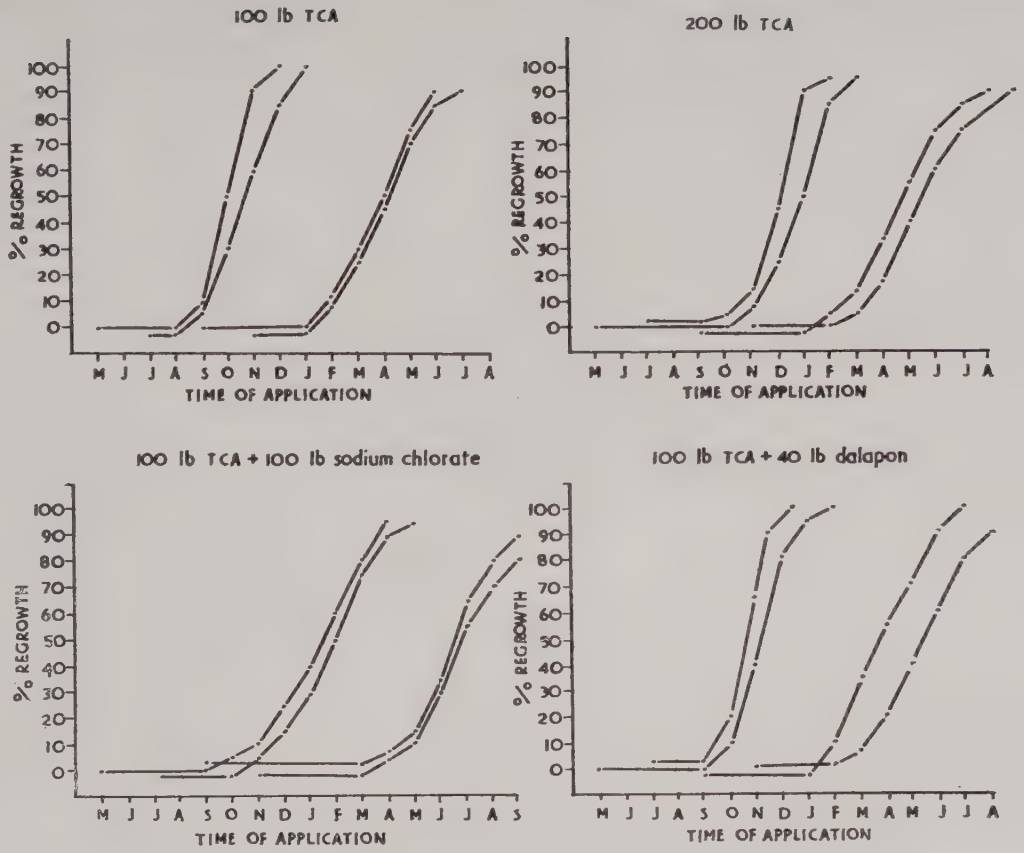



Fig. (2). Effects of TCA, Dalapon and Sodium Chlorate on *Herbe Mackaye* in relation to time of application May 1956 — August 1957

# SOME NOTES ON CLARIFICATION UNDER SOUTH AFRICAN CONDITIONS

by

P. N. BOYES

*Chemical Engineer, Tongaat Sugar Co. Ltd., Natal*

In this paper I particularly wish to refer to observations made at the Tongaat Sugar Mill. This mill is one of 19 grinding cane on the South African sugar belt and has a capacity of over 200 short tons cane/hr. and crushed 990,000 short tons of cane in a season lasting 35 weeks in 1957. Although observations must in many ways be typical of the S. African Sugar Industry there are several unique problems which will be mentioned in the text.

**Clarification**

In company with most other raw sugar mills in South Africa, Tongaat prior to 1954 was a sulphitation mill. Sulphur was considered necessary for clarifying refractory Uba cane juices, but with improved canes such as N. Co. 310 the tendency has been to change from sulphitation to defecation for raw sugar mills. (Pol 1956, Boyes 1956). The change over took place at Tongaat in the middle of the 1954 season. Our first attempt was to employ Davies (1938) Double Liming Double Heating technique. Results were fairly successful but three difficulties emerged :—

(i) The phosphate floc was being broken up by two pumping stages.

(ii) The temperature of juice flowing to our Bach clarifiers was variable.

(iii) The Oliver filters were recirculating too much mud.

A study was made of clarification techniques employed in the West Indies and we decided to adopt the gravity settling technique employed by Caroni Ltd. at Brechin Castle in Trinidad. In this system, juice after weighing is pumped through heat exchangers and heated in one stage. If pumping capacity is available a rapid velocity of approx. 6 ft/sec. will help to keep tubes clean and cleaning may only be necessary once per week. The heated juice emerges in a single flash tank after heating to 215 - 220°F. From this point all flow is by gravity. Lime is first added to the juice immediatly after flushing and this limed juice allowed to mix by the swirling action produced in a mixing tank of one minute residence time. The heavy floc is then allowed to form in two flocculating tanks with 10 minutes residence time. These tanks are well-lagged and a gentle stirring action is produced by the influx of the juice itself. The net effect is a gentle rolling motion which tends to roll the floc together. Overflow pipes maintain the

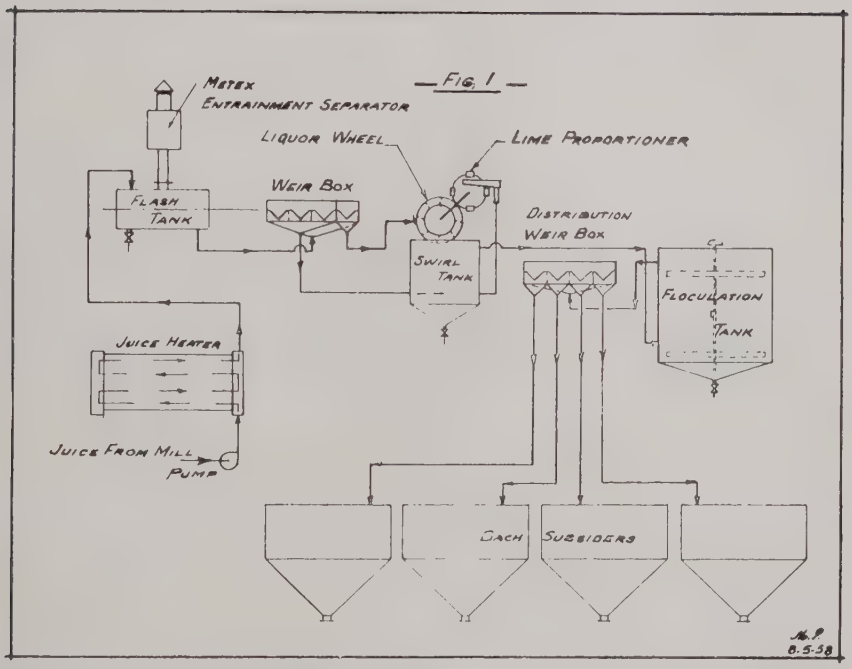
level in both tanks constant. The juice then gravitates to a weir box which splits the flow equally into four, thus maintaining an equal feed to each of 4 Bach Clarifiers. The general set up is given in Fig. 1.

By this system the break up of floc was minimised by eliminating any form of pumping after the bulk of the lime had been added. The feed temperature to the Bachs remained practically constant at 210°, 2°F being heat losses in the gravity pipes, flocculating tanks, etc. We followed up our experiments further and found that lime could be added to the cold juice and pumped rapidly through the heat exchangers and then settled by gravity, provided there was insufficient time lag to allow floc formation before the pump. There seemed to be a number of advantages in a system which was sufficiently flexible to allow either Hot or Cold Liming or a mixture of both and this led to our modification of the Caroni Ltd. lime-proportioner.

The proportioner is driven by the impact of juice on symmetrically spaced dishes on the circumference of the drive wheel. One important feature is the necessity of impact being proportional to flow rate and for this reason a weir of a curved shape is used, enabling flow height to be proportional to flow rate. The lime wheel is driven directly through a flexible coupling. This wheel consists of two sets of buckets on either side of the wheel. One set is used for liming cold juice and the other hot juice. The buckets dip into a trough maintained at constant level and emerge filled to the brim. On further rotation they spill their contents on to a sloping gutter. An adjustable splitter box enables the correct flow of lime to be added to the system, the remainder returning to the trough. A weir box splits the total juice flow in such a way that $\frac{1}{4}$ of the volume flows through the juice wheel, the remaining $\frac{3}{4}$ flows into the mixing tank tangentially. The hot liming pipe is situated at this point and ensures a very thorough mixing with juice. A better understanding of this wheel may be obtained by referring to figure 2.

The lime wheel acts as a very good proportioner and enables pH swings to be kept within 0.2 pH on either side of the control point. By using a man to make the necessary adjustments to the splitter box from time to time, the fluctuations can be reduced to 0.1 pH. It is our object to obtain the bulk of the control by using the lime wheel and topping up lime to be added by a pH controller. A Leeds and Northrup pH meter has just been installed but at present is only recording. The sample point is taken from the overflow of the mixing tank, thereby giving a reading 1 minute after addition of lime. The sample flows through a thermostatically controlled heat exchanger cooling to 170°F and pH is measured at this temperature.

With this improved system we proceeded to carry out experiments varying the lime additions between hot and cold juice Both methods appeared to give good results although in the author's opinion the visual clarity of clear juice from cold liming was better. An interesting feature was the apparently more efficient removal of $P^2O^5$ by cold liming as demonstrated by the results below.


— FIG. 1 —
METEX
ENTRAINMENT SEPARATOR
LIQUOR WHEEL
LIME PROPORTIONER
WEIR BOX
FLASH TANK
DISTRIBUTION
WEIR BOX
SWIRL TANK
FLOCULATION
TANK
JUICE HEATER
JUICE FROM MILL
PUMP
DORR SUBSIDERS
8-5-58

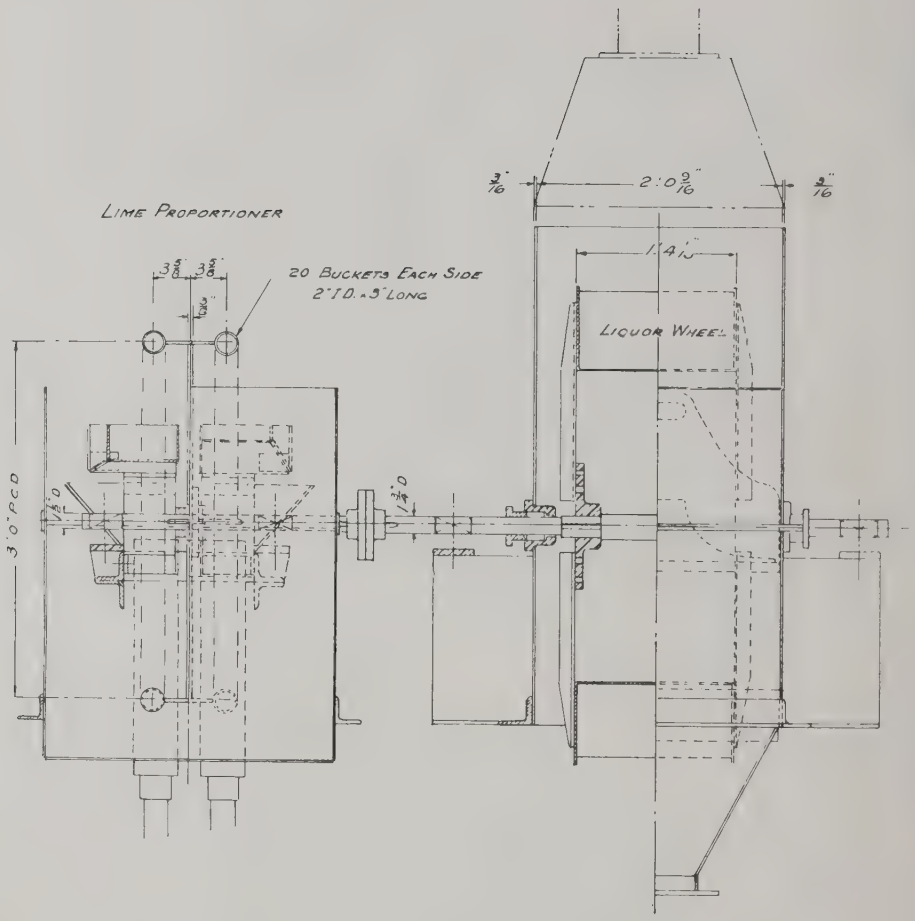



Fig. 2 A. The Tongaat Sugar Co. Ltd. — Liquor Wheel and Lime Proportioner

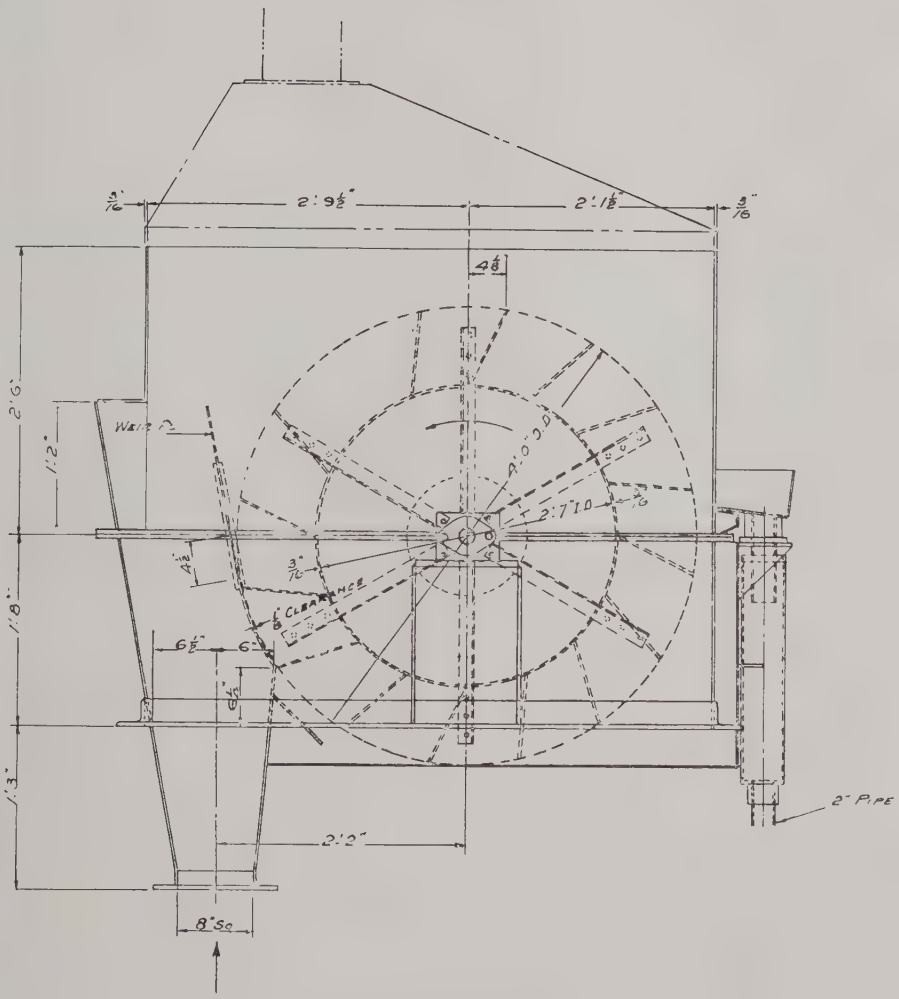



Fig. 2 B. The Tongaat Sugar Co. Ltd. — Liquor Wheel and Lime Proportioner.

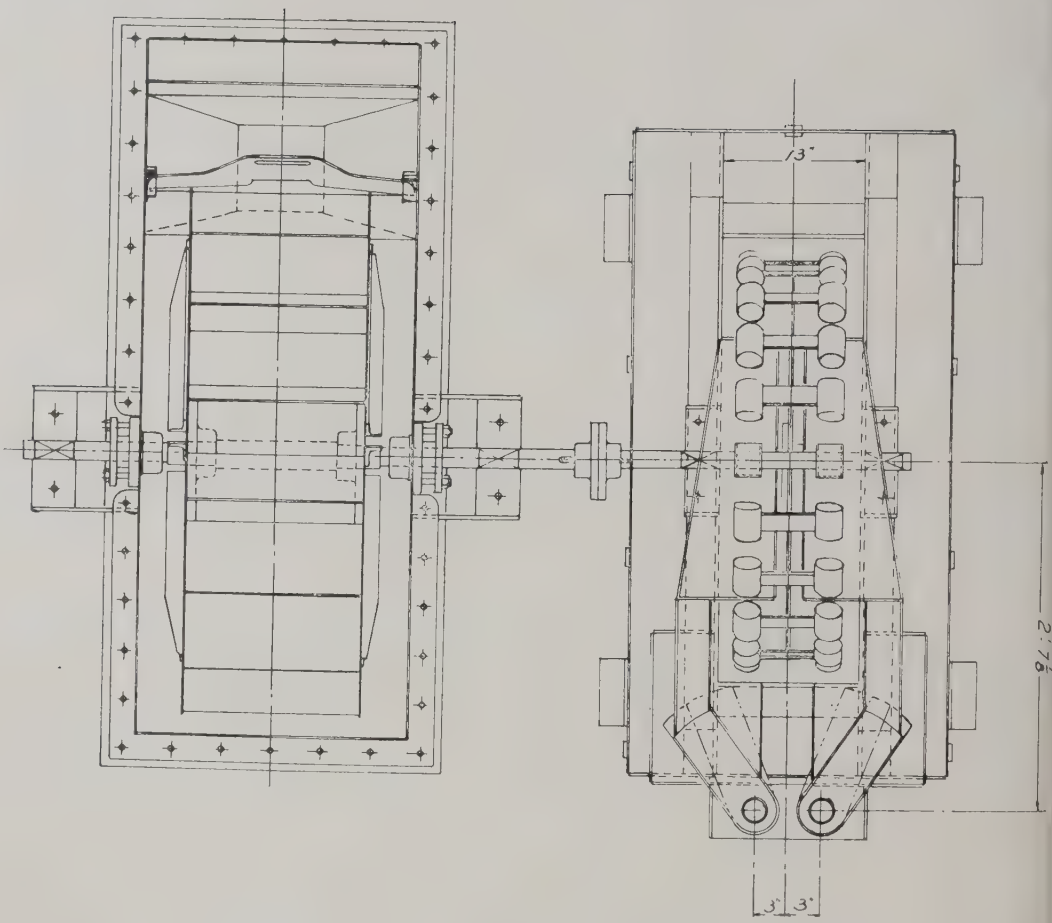



Fig. 2 C. The Tongaat Sugar Co. Ltd. — Liquor Wheel and Lime Proportioner

TABLE I — Average Weekly $P_2O_5$ Contents

| COLD LIMING | | | HOT LIMING | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Week Ending | Mixed Juice ppm | Clear Juice ppm | Week Ending | Mixed Juice ppm | Clear Juice ppm |
| 25.5.57. | 440 | 75 | 28.7.57. | 381 | 114 |
| 1.6.57. | 267 | 60 | 4.8 57. | 390 | 117 |
| 8.6.57. | 351 | 60 | 11.8.57. | 375 | 95 |
| 15.6.57. | 332 | 65 | 18.8.57. | 415 | 155 |
| 22.6.57. | 305 | 75 | 25.8.57. | 435 | 155 |
| 29.6.57. | 254 | 10 | 1.9.57. | 402 | 112 |
| 6.7.57. | 316 | 25 | 8.9.57. | 440 | 145 |
| 14.7.57. | 335 | 10 | 15.9.57. | 355 | 120 |
| 21.7.57. | 363 | 30 | 22.9.57. | 396 | 130 |

Cold liming was stopped due to the appearance of leuconostoc at the pump and since then we have been hot liming exclusively. The clear juice pH has always been maintained at approx. 7.3, this having been found the best pH to work at (Boyes, 1956).

It is quite possible that the lime used in many S. African mills at present is not always sufficiently well burnt to allow rapid and complete slaking. Particles of unburnt or dead burnt lime may require a rapid heating to improve reaction with phosphate and cold liming would benefit from this. A typical analysis of the lime used in 1957 is given below.

TABLE II — Average Factory Analysis of Lime Consignments at Beginning of 1957

| | | |
|---|---|---|
| Insol. in HCl | ... ... | 2.31% |
| $SiO_2$ | ... ... | 0.64% |
| $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ | .. ... | 0.72% |
| $SiO_2$ | ... ... | 0.48% |
| Ignition Loss | ... ... | 3.69% |
| MgO | ... ... | <1.0% |
| Total CaO | ... ... | 88.8% |
| Available CaO | ... ... | 85.6% |
| Slaking Test: | | |
| Retention on 0.1mm sieve and drying at 100°C | after 10 mins. slaking | 58.3% |
| do | after 60 mins slaking | 15.0% |

**Oliver Filter Station**

As soon as the mill changed from sulphitation to defecation the performance of the Oliver station deteriorated. This was probably due to the simultaneous installation of shakers for removing bagacillo from the mixed juice and the Olivers were deprived of this filter-aid. Improvements aimed at increasing the retention of mud at the filter station followed four courses.

(i) Liming of mud.

(ii) Cooling mud from the Bachs to 60°C.

(iii) Increasing the bagacillo supply.

(iv) Developing cloudy filtrate settlers.

(i) *Liming of mud.*

Mud liming has been dealt with in a previous paper by the author. It was shown that the $P_2O_5$ content of the clear filtrate from the Olivers could be reduced from 155 to 14 ppm by liming, clearly indicating the reaction taking place. A dense cake, free of slime, which peeled off the filters, was produced. Mud retention was high at times but this depended on the bagacillo supply. The liming was controlled by keeping the pH of the clear filtrate at 8.0 - 8.5 pH.

After a period of several months the screens began to choke up and liming was stopped. The hard scale formed was unfortunately never analysed but appeared partly organic in character It is possible that the blockage was caused by wax or fine undissolved particles of $CaCO_3$ or $CaSO_4$ from the lime.

(ii) *Cooling of mud from Bachs*

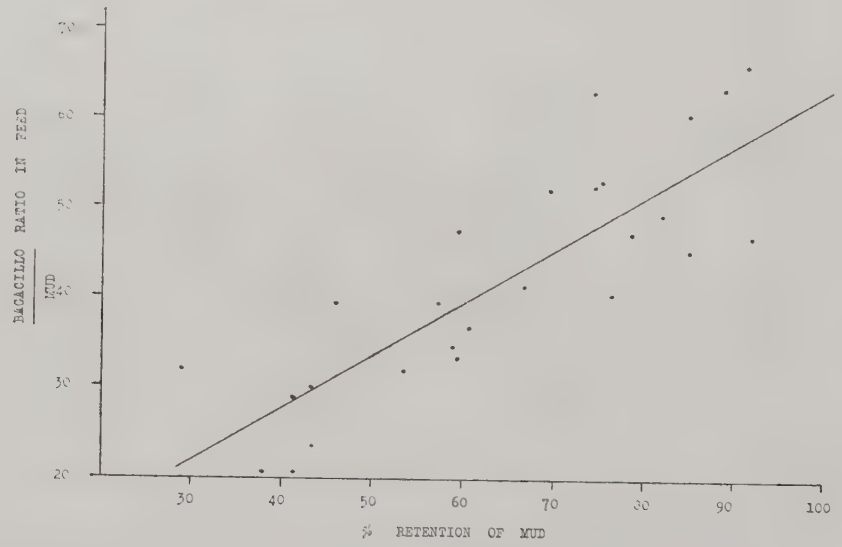
The melting of cane wax lies around 70°C. It was thought that by cooling mud below this point the wax would precipitate out and not clog the screens. Lagging was removed from mud pipes and cooling coils installed in the mud tank enabling a temperature of 60°C to be reached. The mud was cooled for the whole of the 1957 season and since other improvements were also made it can only be stated that the screens were still free when the mill shut down.

(iii) *Increasing the bagacillo supply.*

It was obvious that the bagacillo supply was inadequate but by investigating along lines similar to those used by Foster (1954) and Davies (1955) a precise figure of the amount of bagacillo required for a good mud retention of 80 - 85% was obtained. For Tongaat conditions, where vacuum is low at 14" Hg and mud thicknesses are considered optimum at 6 - 8%, conditions for good retention may be summarised by actual observations given in graph I. Results show that good retention can be obtained by maintaining a $\frac{\text{Bagacillo}}{\text{Mud}}$ ratio of 50 - 60%.

Improved bagacillo supply has been the biggest single factor in improving filter performance and reducing recirculation

GRAPH I. EFFECT OF BAGACILLO RATIOS ON MUD RETENTION



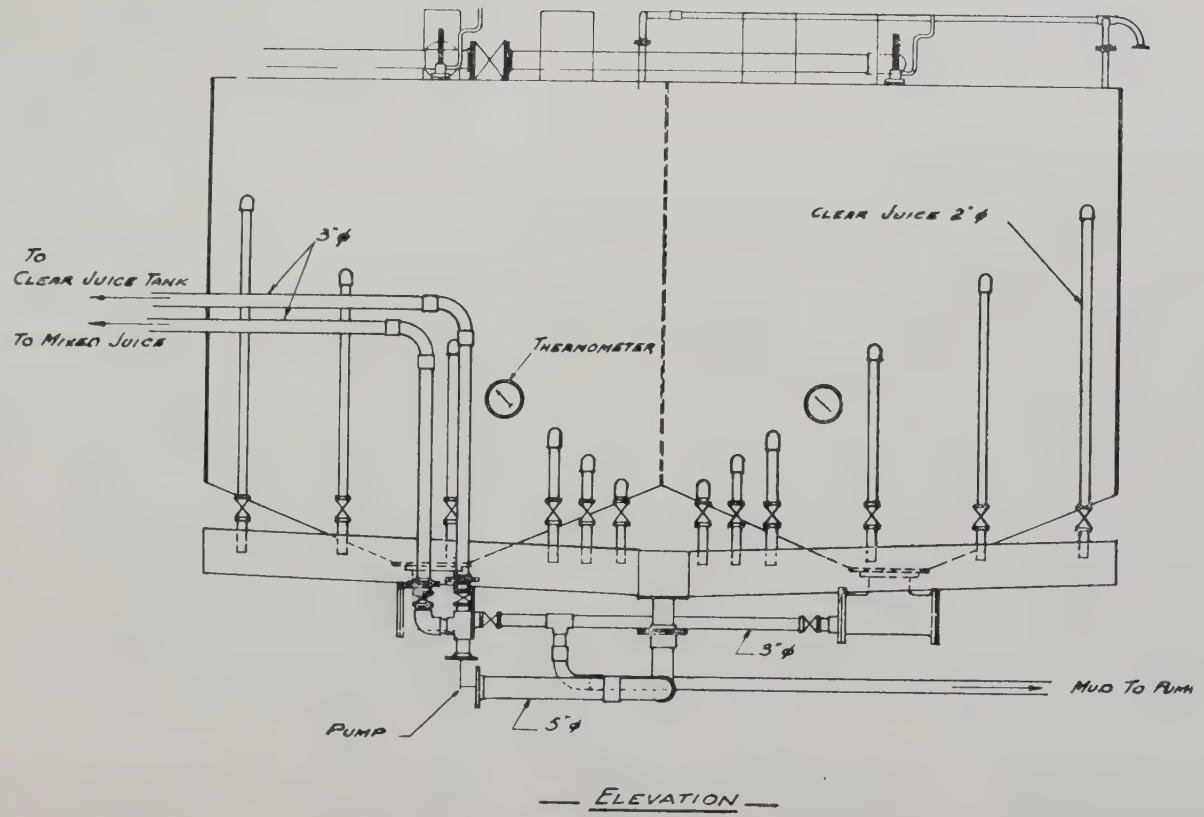



Fig. 3 A. Tongaat Sugar Company — Cloudy filtrate settler.

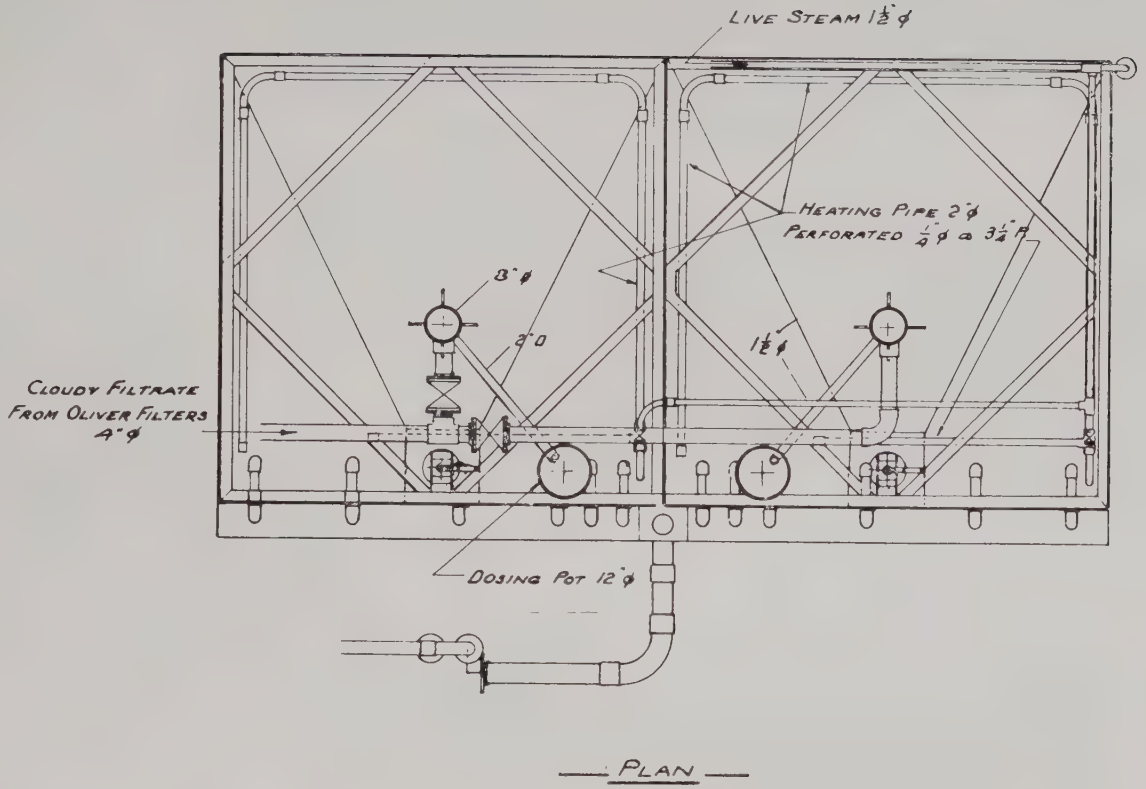



Fig. 3 B. Tongaat Sugar Company — Cloudy filtrate settler.

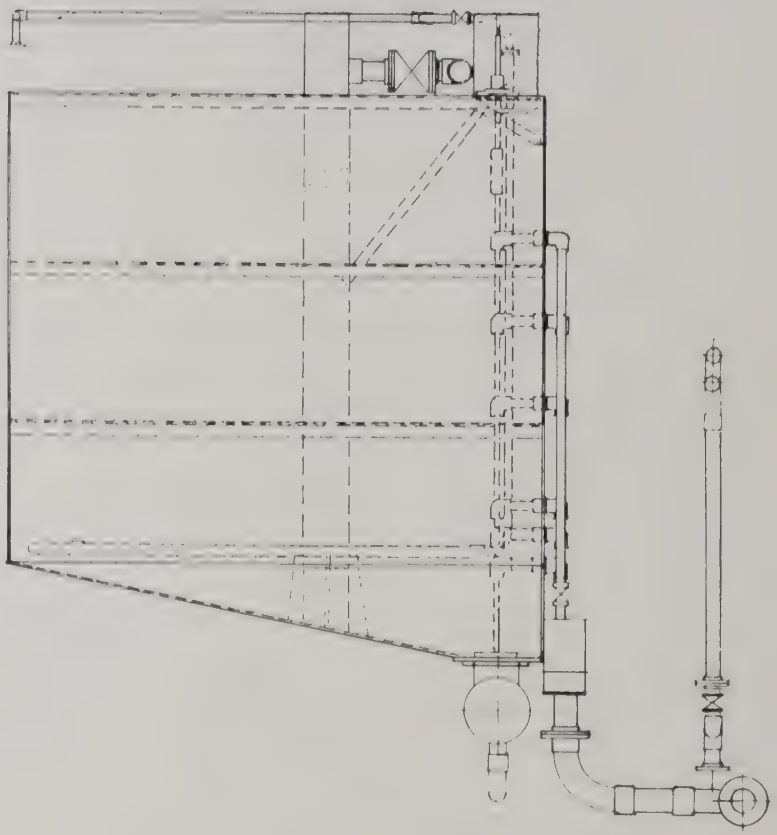



Fig. 3 C. Tongaat Sugar Company Ltd. — Cloudy filtrate settler.

(iv) *Developing cloudy filtrate settlers.*

In some countries filtration at the filter station appears to be so efficient that the clear juice is mingled with clarified juice from the subsiders. In such countries an additional subsider coping with the cloudy filtrate would appear unnecessary. It is more normal however, for the cloudy filtrate to contain anything up to 2.0% mud and if the settling capacity of the mill is already limited it may be beneficial to give this mud separate treatment and prevent recirculation. Although an additional subsider would probably be the ideal, we were particularly impressed by the cheap method employed by Central Guanica in Puerto Rico, where old receivers were converted to batch settling tanks. Here the settled juice from the limed and heated cloudy filtrate was sufficiently clear to be incorporated into the main clear juice flow.

We had 5 old tanks 9' x 9' x 8' with sloping bottoms of 753 ft$^3$. capacity each. They had been in use for the sulphitation process but were now lying idle. Before converting them, a small scale model was built consisting of a 1' cubic tank with conical bottom containing a heating coil and observation glass. Lime and phosphoric paste dosages were varied as were heating temperatures for various samples of cloudy juice. Based on the pilot plant findings, two tanks were converted as shown in fig. 3. In order to handle all cloudy filtrate 5 tanks would eventually be required.

The normal operating procedure was to open the steam heating coils as soon as they were covered by cloudy filtrate. Approx. 1½ lbs of phosphoric paste in the form of an aqueous solution was added as soon as filling commenced. Lime was added at three stages of filling — empty, half and full. Normally 14 gals of 5° Be lime were required to give a settled juice of 7.3 pH. As soon as the filled tank reached boiling point, which normally occurred 15 minutes after filling, the steam supply was shut off and settling commenced. After 1 hr the mud had usually settled below the first decanting pipe and the clear juice was tapped off. After the level had dropped to the 4th pipe the mud was considered sufficiently thick to pump back to the Oliver filter station. In this way it was possible to obtain 50 o/o clarified juice for the evaporators, 10 o/o partially clarified juice which had to be recycled and 40 o/o mud. To give some idea of the performance a few operating figures are given in Table III.

TABLE III — Operating Conditions for Cloudy Filtrate Settlers

| Date | Total Cyc. Time Mins. | Time to Fill Mins | Flow Rate gph. | Mud % | Feed CaO ppm | $P_2O_5$ | pH | SETTLED JUICE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | CaO | $P_2O_5$ | pH | Mud% |
| 27.5.57 | — | 90 | 3000 | — | 567 | 80 | 7.2 | 532 | 80 | 6.9 | — |
| 28.5.57 | — | — | — | 2.1 | 560 | 65 | 7.4 | 735 | 75 | 7.5 | — |
| 30.5.57 | 285 | 82 | 2700 | 2.05 | 630 | 55 | 7.3 | 553 | 55 | 7.0 | 5.2 |

The figures for CaO are included because one of the possible objections of incorporating this settled juice with clear juice from the subsiders was its very high lime content. Clear juice normally contains 350-400 ppm CaO, so the settled juice which contains 500-700 ppm should not cause undue worry as this juice would only constitute 10 o/o of the total.

The two modified receivers were only capable of handling approx. 50% of the cloudy filtrate and until a sufficient number have been converted for handling all the flow it is impossible to assess the advantages of such a system.

I am led to believe by my colleagues that the cane here is crushed in a very fresh, clean state and that it clarifies well. It is quite probable therefore that some of the ideas discussed are inapplicable to your industry and for this I hope you will excuse me. In any event I am deeply honoured to be able to read this paper at your first Technologists' Congress and to be a member of the South African delegation attending it.

**References**


VAN DER POL, C. (1956) *Some Further Remarks on Results Obtained with the Defecation Process in Natal.* 30th Congress S.A.S.T. Assoc. p. 83.

BOYES, P. N. (1956) *Experience Gained in Simple Defecation During the 1955 Season*— 30th Congress S.A.S.T. Assoc. p. 75.

DAVIES, J. G., DUNCAN, S. and YEARWOOD, R.D.E. (1936). *The Fractional Liming and Doube Heating Process for the Clarification of Cane Juices*, I.S.J. 38, 452, p. 298.

DAVIES, J. G. (1938) *A Contribution to Raw Sugar Clarification* I.S.S.C.T. Proceeding 6th Congress. p. 900.

FOSTER, D. N. (1954) *Rotary Filter Operation.* 21st Conf. Q.S.S.C.T. p. 143.


## RÉSUMÉ


*Quelques notes sur la défécation dans les sucreries Sud-Africaines*

L'auteur décrit en détail le système employé à la sucrerie de Tongaat pour le chaulage des jus. Ce système est basé sur le principe qu'on ne doit pas détruire le floc une fois qu'il est formé. Le jus est donc chauffé avant d'être chaulé et après chaulage il descend par gravité au décanteur. Le système employé pour le dosage du lait de chaux est décrit.

Les méthodes employées à Tongaat pour améliorer le traxail du filtre et la qualité du jus filtré sont présentées. Elles consistent en : chaulage des boues avant filtration et leur refroidissement au dessous de la température de fusion des cires ; augmentation de la proportion de folle bagasse dans les boues, et installation de défécateurs pour traitement du jus filtré.

# QUELQUES NOTIONS SUR LE RAFFINAGE DU SUCRE

par

RENÉ NOËL

*Directeur d'Usine, St. Antoine S. E.*

Le fabricant de sucre roux et le raffineur travaillent tous deux vers un seul et même but, celui de livrer au consommateur un produit fini qui lui plaise. En fait, le sucre raffiné n'est autre que le produit sortant d'une chaîne de fabrication qui a son origine dans les champs de cannes.

De même donc que le planteur s'intéresse à ce qui advient de la canne qu'il livre à la sucrerie, le sucrier devrait normalement s'intéresser aux transformations que subira son sucre roux avant d'apparaître sur les rayons de l'épicier sous forme de cubes ou de granulé.

C'est afin d'éveiller cet intérêt chez les usiniers mauriciens que j'ai entrepris de vous faire une conférence sur quelques aspects du raffinage du sucre.

Le but de ma causerie étant ainsi défini, il est bien entendu que je n'ai pas l'intention de m'appesantir sur les détails techniques qui confrontent journellement les raffineurs ; je compte plutôt vous en parler en me plaçant du point de vue d'un sucrier dont les circonstances ont fait un raffineur pendant quelques années.

Tout d'abord, faisons un peu d'histoire.

Le raffinage du sucre semble remonter aux tous premiers siècles de l'ère chrétienne, quoique peu de détails nous soient parvenus sur les procédés employés et la qualité du produit. En Europe, les précurseurs de cette industrie ont été les Vénitiens et ce n'est qu'au 16e siècle que ces derniers consentirent à partager un secret bien gardé, permettant ainsi la création de raffineries dans divers pays.

Ces raffineries étaient évidemment des entreprises artisanales fort différentes des énormes usines qui existent aujourd'hui.

Ce n'est qu'au début du 19e siècle que les progrès accomplis firent du raffinage du sucre une réelle industrie. Les découvertes se succédèrent alors assez rapidement tant sur le plan fabrication que dans le domaine des machineries utilisées. Nous mentionnerons l'utilisation du noir animal par Figuier et l'invention des appareils à cuire et des centrifuges par Howard et Penzoldt respectivement.

Les techniques employées se standardisèrent graduellement et, comme dans les sucreries, un des résultats du progrès fut une centralisation des usines avec d'importantes conséquences techniques et économiques.

L'évolution des techniques, il y a cinquante ans comme aujourd'hui, visait par ailleurs un but commun, celui de produire un sucre de belle qualité à l'usage du consommateur. Ce sucre étant dit Raffiné, nous pouvons, à ce stade, nous poser la question : « Qu'entend-on par sucre raffiné ? »

En première approximation, le dictionnaire nous apprend que raffinage veut dire épuration. Le sucre raffiné est donc un sucre dont la pureté ou, ce qui revient au même, la teneur en saccharose, a été élevée par un procédé de traitement du sucre moins pur sortant des sucreries.

Si l'on s'en tient à cette définition, il apparait immédiatement que le sucre raffiné varie en qualité selon le degré d'épuration auquel il a été soumis. Cette conclusion est parfaitement correcte et il faut chercher dans la législation ou dans l'esprit du raffineur et du client les qualités qui constituent le propre d'un sucre raffiné ; c'est ainsi qu'on limite la teneur en cendres et en réducteurs et la coloration admissibles.

Le procédé de raffinage étant accompagné d'une décoloration, nous définirons ici le raffiné comme un sucre obtenu par épuration d'un sucre brut et présentant certaines caractéristiques de pureté et de coloration. A titre d'indication, ces caractéristiques limites sont les suivantes pour le granulé de la raffinerie de Plaistow :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Coloration | ... | ... | 12 |
| Réducteurs | ... | ... | 0,012% |
| Cendres | ... | ... | 0,013% |

Il est évident que du raffiné peut être obtenu indifféremment à partir de sucre de canne ou de betterave ; il est cependant intéressant de noter que les récents progrès en chromatographie permettent de retracer en partie l'origine d'un sucre raffiné ; il suffit en effet que le chromatogramme indique la présence de raffinose pour qu'on soit certain que le sucre brut contenait au moins 50% de sucre de betterave.

Il est d'autre part bien connu que du sucre de très belle qualité peut être obtenu directement du jus de cannes ou de betterave, mais il ne répond pas à la définition donnée plus haut et nous ne le considérerons pas ici.

Plusieurs procédés de raffinage ont été ou sont employés avec succès, les différences principales se trouvant aux postes de clarification et de décoloration. Le premier stade de l'opération est cependant commun à tous les procédés et s'appelle l'Affinage.

L'affinage consiste à mélanger le sucre brut avec un sirop de façon à diluer le film de mélasse recouvrant les cristaux et à passer le magma ainsi obtenu dans des centrifugeuses. Un clairçage adéquat permet d'obtenir un sucre lavé dont la pureté atteint déjà plus de 99° ; il est admis qu'un bon affinage diminue la teneur en non-sucres et la coloration de 70 à 75% .

L'égout expulsé par les turbines d'affinage est traité dans le département des bas-produits pour en récupérer le maximum de sucre roux et éliminer la mélasse. Ce département des bas-produits correspond à celui des cuites en sucrerie, trois jets étant habituellement nécessaires pour épuiser la mélasse.

Le sucre affiné provenant de l'affinage est immédiatement fondu pour obtenir le sirop de fonte. C'est de ce point que les opérations diffèrent selon le procédé d'épuration employé.

Les procédés les plus employés sont :

1) La clarification par carbonatation suivie de la décoloration par noir animal.

Ce procédé, généralement employé en Europe, consiste essentiellement en un chaulage et une carbonatation du sirop de fonte ; la fabrication est complétée par une première filtration destinée à séparer le précipité formé par une deuxième filtration sous pression à travers du noir animal.

2) La clarification par phosphatation et chaulage suivie d'une décoloration par noir animal ou noir végétal. La séparation du précipité se fait dans des clarificateurs spéciaux et non par filtration. L'emploi du noir végétal ou charbon activé est plus simple et tend à se généraliser en zone d'influence américaine où on le retrouve dans presque toutes les dernières raffineries annexes installées.

3) Le procédé Sucro-Blanc qui réalise la clarification par l'addition d'acide phosphorique et d'hypochlorite de calcium au sirop de fonte. La séparation du précipité se fait également dans des clarificateurs, puis on procède à une deuxième addition d'hypochlorite de calcium, à une filtration et à la suppression de tout chlore résiduel au moyen d'hydrosulfite de soude

Le procédé a eu une certaine vogue mais ne semble pas avoir été utilisé dans les dernières installations.

Nous voyons donc que, ainsi qu'on pouvait s'y attendre et quelque soit le procédé employé, une des opérations essentielles du raffinage consiste à former un précipité qui entraîne une grande partie des impuretés et des matières organiques colorantes.

Il reste alors à séparer ce précipité et à procéder à la décoloration du sirop clarifié.

La séparation du précipité est réalisée soit par filtration soit par un chauffage et une aération continus qui entraînent à la surface du liquide les matières en suspension.

En ce qui concerne la décoloration, le meilleur décolorant connu à

ce jour est le noir animal ; ce produit offre aussi l'avantage d'enlever une quantité importante de cendres, de coûter relativement peu et d'offrir des possibilités de regénération.

Les charbons végétaux activés qu'on trouve dans le commerce sont également d'excellents agents décolorants, leur utilisation est plus simple, mais il leur manque l'affinité du noir animal pour les cendres. Leur action peut donc être considérée comme moins efficace. quoiqu'un sucre de très bonne qualité soit produit dans les raffineries utilisant ces charbons.

Le dernier stade de la fabrication est l'évaporation et la cuisson du sirop décoloré appelé raffinade. Ces opérations sont les mêmes qu'en sucrerie avec la différence que les fortes puretés du sirop interdisent d'atteindre des brix aussi élevés. De plus, la question de régularité du grain est d'importance primordiale.

La massecuite de raffinade est centrifugée et claircée puis le sucre est séché et tamisé avant d'être ensaché.

Les égouts provenant des centrifugeuses sont naturellement recuits afin d'en extraire plus de sucre, mais l'épuisement n'est pas le facteur déterminant le nombre de jets comme en sucrerie ; on ne peut recuire les égouts qu'aussi longtemps que le sucre obtenu est suffisament blanc. En général trois jets sont possibles, et la qualité peut être améliorée en repassant les égouts sur du noir.

Ce qui précède n'a fait qu'évoquer brièvement les principales étapes de la fabrication du sucre raffiné. Pour donner une idée plus complète de ce qu'est une raffinerie je vous dirai maintenant quelques mots des préoccupations principales du raffineur.

Ces préoccupations, au nombre de trois, sont :

1 — Satisfaire le client quant à la qualité.

2 — Produire le maximum de raffiné à partir d'un sucre brut donné.

3 — Produire ce raffiné le plus économiquement possible.

La réalisation du premier de ces impératifs met en œuvre une organisation tant technique que commerciale que le sucrier envisage mal. La diversité des produits demandés est en effet considérable et cette demande ne peut être satisfaite que s'il existe une liaison parfaite entre les services commerciaux et techniques.

L'objectif du fabricant est donc d'assurer à tout moment le standard de qualité fixé tout en réalisant la production demandée pour chaque produit Cette poursuite de la qualité doit s'appliquer à tous les stades de la fabrication, de façon que, en se basant sur des normes établies, le rendement de chaque opération puisse être jugé.

Le contrôle de la qualité implique automatiquement le contrôle chimique des produits intermédiaires qui, à son tour, permet de suivre les pertes de fabrication et de les minimiser.

Comme en sucrerie, un des pires ennemis est l'inversion, mais seulement l'inversion accidentelle car le raffineur provoque lui-même l'inversion dans certains cas, par exemple lorsqu'il fabrique du « golden syrup ». Ceci complique évidemment la comptabilité des produits et il devient nécessaire d'établir une balance en poids du saccharose, des réducteurs, des cendres et de ce qu'il est convenu d'appeler les matières organiques c'est-à-dire les non-sucres moins les cendres.

Il est aussi utile d'estimer la quantité de raffiné théoriquement récupérable à partir d'un certain sucre brut. Plusieurs formules empiriques ont été proposées à cet effet, basées sur l'effet mélassigène des cendres et des réducteurs.

Ces formules ainsi que la dernière solution proposée basée sur la solubilité du saccharose en présence de réducteurs et la teneur en eau et en réducteurs de la mélasse, sont sujettes à bien des sources d'erreur. Un calcul pratique consistant à multiplier la polarisation par deux et à déduire 100 pour obtenir le raffiné récupérable permet de comparer rapidement la valeur de deux sucres bruts.

Si le contrôle de la fabrication permet de retirer le maximum de la matière première, il faut encore que les moyens employés pour arriver au sucre raffiné soient eux-mêmes économiques si on veut résoudre le problème d'une production rentable.

Comme dans toute industrie, les économies peuvent porter sur le personnel, sur les matières employées en fabrication et sur les techniques appliquées.

Une meilleure utilisation du personnel est naturellement à l'ordre du jour et il y a en raffinerie de magnifiques occasions d'appliquer l'automation, cette nouvelle science dont la définition même fait encore couler beaucoup d'encre.

L'économie sur les matières de fabrication peut-être considérable, par exemple en utilisant la chaux sous la forme la mieux adaptée aux conditions locales ; de même, le choix du type de four à noir est primordial. On peut signaler ici que l'utilisation du $CO_2$ présent dans les gaz de combustion des chaudières permet de se passer de four à chaux.

Dans le raffinage du sucre, un des principaux facteurs affectant le coût de production est le coût du combustible. La question de balance thermique est donc d'importance capitale et tous les efforts sont faits pour réduire les pertes de chaleur et utiliser au mieux les calories disponibles.

Ces efforts ont naturellement porté sur le rendement des chaufferies, le calorifugeage et les fuites, mais aussi et surtout sur l'utilisation économique des vapeurs de chauffage. On rencontre ainsi dans les raffineries des stations d'évaporation, des réchauffeurs condenseurs, des accumulateurs de vapeur et tout un réseau de vapeurs prélevées qui ne vont pas sans complication car il est indispensable de réaliser un contrôle au moins en

partie automatique des diverses pressions utilisées, un contrôle manuel étant hors de question. On aura une idée de l'importance attachée à ces problèmes si l'on pense que la station d'évaporation d'une des raffineries de Tate and Lyle permet d'économiser £ 100,000 de charbon par an.

La question de brix des produits intermédiaires a aussi une grande importance sur la consommation de vapeur puisque tout kilo d'eau ajouté au sucre brut entrant en fabrication doit être évaporé en partie ou en totalité à un stade quelconque.

Ce problème du brix nous intéresse d'ailleurs tout particulièrement en tant que sucriers, puisque de la qualité de notre sucre dépend le taux de filtration, donc le brix admissible au sirop de fonte et par conséquent la production de la raffinerie et sa consommation de vapeur.

Nous voici donc revenus à ce que j'appelais au début la chaîne commune de fabrication qui s'étend du champ de cannes à l'épicerie. Il est bon que nous réalisions pleinement l'importance qu'attache le raffineur à l'origine de son sucre brut car si nous exigeons du planteur une canne propre il est normal que nous fournissions nous, un sucre brut de bonne qualité au raffineur.

Un grain régulier, peu de non-sucres et une bonne filtrabilité sont les qualités que souhaite le raffineur ; nous pouvons ne pas être toujours maîtres des facteurs déterminant ces qualités, mais soignons notre fabrication et nous aurons peut-être la satisfaction de revenir au temps où les raffineries gardaient un stock de sucre de Maurice pour les aider dans les moments difficiles.

**BIBLIOGRAPHIE**

Oliver Lyle (1950) — *Technology for Sugar Refinery Workers* — Chapman and Hall, London.

Spencer & Meade — *Cane Sugar Handbook* — John Wiley & Sons, New York.

SUMMARY

*Elements of sugar refining*

The aim of this paper is to acquaint people working in raw sugar factories with what happens to the sugar they produce when it reaches the refinery. A brief history of sugar refinery is given and the three main processes of sugar refining described. These are : 1) Clarification by carbonatation and decoloration by bone bleach. 2) Defecation by addition of lime and phosphate followed by decoloration by means of bone bleach or vegetable charcoal. 3) The Sucro-Blanc process. The chief worries of the refiner are described, and the importance to him of fuel economy and of a good easy filtering raw sugar are stressed.

# ELEMENTS OF EFFICIENT PAN BOILING

by

ROGER BAX

*Directeur, Mon-Désert — Mon-Trésor S.E.*

**Introduction.**

The large number of papers that have been published on the subject of pan boiling makes it rather difficult, if not impossible, for one to present a further paper thereon without repeating what is to-day well known by most sugar technicians and process managers. However, the pan boiling methods as well as the results obtained vary so widely, not only among the various sugar factories in any country, but what is more surprising, among neighbouring factories situated within similar regions and crushing canes of the same varieties, that a brief review of the factors having some definite influence on pan boiling efficiency may find some justification in the present circumstance, all the more that in many cases, poor crystal recoveries are still due to bad equipment and technique and that proper attention to the pan station would bring in substantial returns.

The quality of pan work for given conditions is judged by the degree of exhaustion of the final molasses and the weight of massecuite produced per cent. Brix Mixed Juice % Cane, the best work being achieved when both these figures are the minimum possible. These combined results could be obtained solely when the crystal content, size and regularity are the optimum in all massecuites.

**Equipment.**

In a modern installation each vacuum pan would be connected to a separate condenser, thus allowing the variations in vaccum to be limited to $\pm$ 0.1" by the action of a vacuum regulator on the water supply to the condenser. This system, although advisable, could not be applied in existing installations where there exists a central condenser for all the pans, but in such cases an auxiliary pump or air ejector would be of great assistance in avoiding too wide variations in vacuum. However where possible there should be no hesitation in installing, for the low grade strikes at least, a specially designed vacuum pan connected to its own condenser, this being the first step towards automation.

As to the types of pans, any properly designed unit would be convenient for boiling massecuites of high purity, although rapid boiling calandria pans with high ratios of heating surface to volume are to be preferred for these categories of easy fugalling massecuites. With low grade massecuites, the story is quite different and either a low head calandria pan of the Honiron type fitted with circulating louvres or else a flattened coil pan should be preferred. In these two types of pan, the

difficulties due to variations in supersaturation as a consequence of hydrostatic head and poor circulation are largely eliminated.

At Réunion, Mr. Rivière has developed a telescopic centre well, which is claimed to considerably improve the performance of calandria pans.

Ordinary coil pans, in existing installations, could be improved by removing all the coils, reshaping them according to well known data and correctly replacing them in the pan vessel.

**Instruments.**

If for a long time pan boiling was considered an art, it is undoubtedly becoming both art and science, and before long it may become but a science.

The basis of scientific pan boiling is instrumentation and automation. These comprise pressure, temperature, boiling point elevation and supersaturation indicating and recording instruments on the one side and pressure, vacuum and feed regulators on the other.

In Mauritius, the only instrument so far generalised is the " Cuitometer " which is based on electrical conductivity, and although excellent results are being obtained with the aid of this valuable instrument, there is much room for improvement in the instrumentation and automation of vacuum pans and not very much could be done in this direction so long as the worst of all variations namely the vacuum, is not eliminated by the installation of an independent condenser for each low grade vacuum pan.

In connection with regulating instruments, excellent results are obtained in Australia by the use of a molasses feed control valve designed by Mr. L. C. Keslo, pan boiler of Milliguin Mill, Bundaberg, and described by Mr Gunn of Tongaat Factory in the *South African Sugar Journal* of December last.

The pan refractometer and crystal camera are also valuable instruments that should be comprised in all vacuum pan installations.

**Massecuite systems.**

These vary according to individual conditions and conceptions, but in general the massecuite system adopted in any particular case is governed by the juice purities and the efficiency of pan work. Where high initial purities are met and low purity drops obtained through poor crystal content of the massecuites or some other reason, *the four massecuites system* is sometimes employed, but this should no longer be the case nowadays with the improved vacuum pan work generally obtainable.

*The three massecuites system* is the most widely practiced, but the purities of the respective massecuites vary considerably in different sugar factories. The optimum pol purity at which a C strike must be boiled generally varies between 50 and 58° according to the proportion and

nature of the non-sucrose in the juices, the higher purities being advantageously applicable where the glucose ash ratios in the juices are on the low side.

Whatever the purity of the C strike, one fundamental fact is that the 1st massecuite should be boiled at the highest purity possible — 85 being a good average. In many cases, the A massecuites are still boiled at 72° - 74° Pol Purity. This is definitely wrong as it means the recirculation of an important quantity of molasses, resulting in considerably more massecuite boiled % cane, increased viscosity and higher undetermined losses through inversion and decomposition of sugars. The main reason for working at such low purities is generally found in the poor crystal content of the massecuites and the bad quality of these crystals. In such cases it is impossible to obtain the required purity drops to boil the C massecuites at the optimum purity in order to obtain fully exhausted molasses.

As mentioned at the beginning of this paper, the higher proportion of viscous massecuites may in such case reduce the capacities of the manufacturing stations up to 20 %.

There is no doubt therefore that the first massecuite should be boiled at the highest purity possible and it is up to the process managers and chemists to see that they are properly made, there being no secret to-day in this connection.

*The Triple Seed System*, described in a paper presented to the 9th Congress of the I.S.S.C.T. by L. Lopez Carsoleo, consists in using the C sugar mixed with syrup for the B strike and the B sugar mixed with syrup as footing for the A strike, the main advantage is that only high quality A sugar is bagged, but it involves additional equipment and for raw sugar manufacture it appears to be an unnecessary complication.

As a result of improved pan work, the *A — C massecuite system* has recently been developed. This consists in making a high purity A massecuite and graining directly on A molasses to make the C massecuite. This process is only possible where good pan work and high purity drops are obtained and may become the process of the future, as when properly done it could yield the minimum weight of massecuite % cane while offering the advantage of the bagging of A sugars only, the C sugars being returned to the pans as seed for A strikes.

This system has been practiced by some factories in Queensland since 1955 and also at St. Lucia where low juice purities are met and last year Mr. René Noël has made interesting experiments at St. Antoine, the results of which are very promising and were published in *La Revue Agricole* of November-December 1957. However, until such high purity drops be generally and unvariably obtained, the three massecuite process with A massecuite at 85° Pol purity certainly offers more elasticity and guarantee of regularly well exhausted molasses, although it may produce relatively more massecuite % cane.

**The Magma System.**

Since the improved seeding techniques adopted in the boiling house, C sugar is being returned to the pans as seed for A & B massecuites. The C massecuites being centrifugalled without water or steam and mixed with syrup prior to being sent to the pan station.

In the so called " New Three Massecuite System " the magmas from the first batch of C centrifugals are mixed with B molasses and re-centrifugalled with steam, in order to produce C sugar of high purity for seeding of A & B massecuites, thus reducing to a minimum the circulation of C molasses on the first massecuite.

This is an unnecessary complication where magmas above 85° Pol purity can be obtained in one centrifugalling cycle without the use of water or steam, as is mostly the case to-day with improved pan work.

**Graining.**

This is the most important and delicate operation in pan boiling, and although considerable progress has been achieved in this direction, the results obtained in different factories vary greatly and in most cases are still unsatisfactory.

The Gillett process and its modifications have led to definite improvements in the quality of pan work, but shock seeding is still widely practised and when done with method and experience, shock seeding could yield satisfactory results, but the difficulty of reproducibility of the same results is the main draw-back of that system. Shock seeding is made by seeding late in the metastable zone and is characterised by the use of a relatively small amount of sugar dust for the resulting massecuite volume.

The true seeding is practised by the introduction of a comparatively large amount of sugar dust, generally in form of a slurry in alcohol introduced early in the metastable zone. The difficulty in this case is the loss of slurry commonly experienced by process managers and in this connection Mr. Beasley of Illovo Factory in Natal has made an outstanding contribution towards efficient pan seeding and reproducibility of results which he published in the December 1957 issue of the *South African Sugar Journal*. In this paper Mr. Beasley proves beyond any doubt that the loss of slurry is due to the solvent action of the heating surfaces on the fine sugar particles at the time of seeding and has developed the no steam technique in which the seed is introduced into the graining mixture while the steam is shut off and the evaporation and circulation maintained for a short period by the increased vacuum then created.

After such valuable contribution, it is very reluctantly that I shall give a brief description of the technique I have adopted at Mon Trésor & Mon Désert for the past 14 years and which has allowed me to maintain results that have been invariably well above the average, but that leave however still room for improvement.

The graining mixture of syrup and A molasses, around 70° Pol purity is concentrated until the graining point found most convenient by experience is neared. This in our case is approximately 60 MA with the cuitometer at No. 4 setting and corresponds to about 88° Brix at 10% dilution.

The vacuum is then lowered to 23" and when the cuitometer once again indicates 60 MA, the steam is reduced in order to slow down the boiling, the vacuum readjusted around 23" and the seeding powder introduced through a pipe leading well into the graining mixture in the pan. At 56 — 58 MA, movement water is introduced and the supersaturation maintained as constant as possible until the crystals have grown to a massecuite-like consistency when the vacuum is gradually returned to the normal and the steam pressure increased. Some syrup introduced before completely bringing the crystals together has proved advantageous before the feeding in of B molasses.

The C strikes are tightened to the maximum brix permitted by the crystallizers and centrifugals installations. In our case this is between 100 and 101 but should be higher where possible.

Although the grinding of sugar in ball mills with alcohol have proved to give excellent results, we have obtained comparative results with the use of Tate & Lyle icing sugar, after sieving, using 450 gms sugar dust to produse 2400 cubic feet of final C massecuite with crystals between .35 and .40 mm when cool.

**Size of crystals.**

It is well known that for a given weight of sugar, the smaller the crystals the larger the surface and the faster the rate of growth. In practice the size of the crystals is limited by the fugalling properties of a massecuite and in general is around .35 mm after cooling in the crystallizers. Although the smaller dimensions should mean better exhaustion of the final molasses, there appears to be a compromise in practice limiting the reduction of crystal size not only on account of the relatively larger centrifugal capacity required by too small crystal but to the relatively larger proportion of final molasses recirculated and having a detrimental effect on the pan boiling and subsequent centrifugal operations through increased viscosity.

**Conglomerates — False Grains — Fine Grains.**

*Conglomerates.* Conglomeration is generally the result of working too high in the metastable zone especially during the early stages of crystallization when the crystal surface is too small and the rate of evaporation relatively high. Conglomeration may also be the result of seeding into too concentrated molasses probably as a result of insufficient dispersion of the fine sugar particles. The nature of the sugar dust employed for seeding may also favour the formation of conglomerates, if made from conglomerated sugar.

*False Grains.* These are the worst enemies of the pan boiler. They are as a rule the result of working at too high supersaturations.

Low crystal content of a massecuite is one of the main causes of the formation of false grain, as in such cases the massecuite cannot be tightened without increasing the supersaturation up to the dangerous limits.

In such unsatisfactory massecuites, false grains are more easily formed by other causes such as: variation in steam pressure and/or vacuum, poor circulation, cold molasses feed, high molasses viscosity and excessive hydrostatic head in poorly designed vacuum pans etc.

*Fine Grains.* These microscopic crystals generally appear in the crystallizers specially after rapid cooling of the massecuite. They are usually the result of insufficient crystal content and consequently too high supersaturation of the mother liquor.

The determination of the percentage of fine grains in molasses should form part of the laboratory routine as in many cases these may considerably increase the purity of the final molasses.

**Viscosity.**

The viscosity of a massecuite definitely limits the Brix and purity to which it could be boiled and centrifugalled and hence affects indirectly the exhaustion of the final molasses and the capacities of the vacuum pans and centrifugals.

It is true that viscosity depends on the nature of the non-sugars in the juices, but it could be considerably increased by the presence of an excess of lime salts and mainly through the return of molasses in circulation. Van Wes of Java Experimental Station has proved that by heating molasses from 78° Brix to 90° Brix in a vacuum pan, and then diluting them again to 78° Brix, the viscosity was increased by 13%.

Kucharenko, on the other hand, proved that the viscosity of molasses was appreciably lowered through the precipitation of lime salts by the addition of soda ash to the molasses. In any case, it would be advisable to add viscosity determinations to the laboratory routine, as these might draw the attention of process managers and chemists to any undue rise and permit an early detection of the cause.

**Molasses Exhaustion.**

The object of pan boiling being the maximum crystal recovery from the juices, it is fitting to recall here other important factors having a definite influence on the degree of exhaustion of the final molasses.

*Brix & Purity of the C Strike.* The Brix of the low grade massecuite should be as high as possible, figures of 102 and 103 on 10% dilutions being common practice and being a determining factor in the exhaustion of the final molasses. In this connection it is advisable to direct the dilute molasses after steaming the C pan into A or B crystal-

lizers as these dilute molasses would otherwise reduce the supersaturation of the C massecuite and lessen the exhaustion of the final molasses. As already mentioned, the purity of the low grade massecuite will vary according to the glucose ash ratios in the juices between 52 and 58°.

In this connection, the following figures which represent one month average indicate that in the case under consideration it is advantageous to drop the C strikes between 54 and 56 Pol purity.

| *Mcte. Pol. Purity* | *Molasses Pty.* | *Purity Drop.* |
|---|---|---|
| 52 | 23.8 | 28.2 |
| 53 | 24.2 | 28.8 |
| 54 | 24.3 | 29.7 |
| 55 | 24.8 | 30.2 |
| 56 | 24.9 | 21.1 |
| 58 | 26.9 | 31.1 |

*Glucose Ash Ratio.* The influence of the glucose ash ratio on the exhaustion of final molasses is well known. Higher ratios allowing better exhaustion and vice versa. The nature of the non sugars have also an influence on the exhaustibility of the final molasses and although the glucose ash ratio gives an indication as to whether or not the exhaustion of the final molasses should be relatively easy, it is only through comparison with an ideal or target purity that it could be ascertained if the maximum exhaustion has been obtained. In Natal Dr. Douwes Dekker has developed a formula applicable to Natal Molasses. This formula which is not strictly applicable to Mauritius molasses, since in many cases the exhaustions obtained are much lower, could be modified to suit our conditions.

In any case the modified Douwes Dekker purities should form part of the weekly Factory Returns.

*Douwes Dekker Formula :*

$P = 35.886 - 0.08088\ R + 0.26047\ A$ where P is the expected true purity,

R is the reducing sugar % non sucrose and A is the sulphated ash % non sucrose.

The dry matter may be determined from the brix at 10% dilution by SIJLMANS' formula which reads as follows:—

Dry Matter = Brix 10% — 0.72 X Sulphated ash %.

The non sucrose is the dry matter minus sucrose %. The true purity of the molasses is found by dividing the sucrose % by the dry matter and this purity is compared with the purity calculated by Douwes Dekker's formula.

**Undetermined Losses.**

This figure is not out of place in the present subject and needs more attention at the pan station. Nowadays losses by entrainment are reduced to a minimum through the installation of double vortex cyclonic separators and can be detected by the alpha-naphthol or molybdate test. During the boiling of the low grade massecuites however, specially during the tightening of the strike, the reduction in the rate of circulation may in certain cases cause local overheating and decomposition of sugars, and in order to have a control on the extent of such decomposition, if any, it is advisable to have regular sampling of the C strike before and after tightening, for determination of total sugars. In many cases this figure might account for a certain proportion of the undetermined losses figured by the laboratory.

The glucose balance in the mixed juices and in the final molasses although simple to figure does not form part of all factory bulletins and it is suggested that it be therein included.

**Quality of Canes & Clarification.**

These are out of the scope of this paper, but I may simply recall here the considerable influence of badly topped canes and to a lesser extent that of an excess of lime salts, which may be summarized as follows :—

(a) Increased proportion of final molasses.
(b) More difficult exhaustion of molasses.
(c) Higher viscosity of massecuites.
(d) Higher undetermined losses.
(e) Lower sucrose recovery.

Before ending I would like to add that if I have accepted to present this paper, it is mainly in a spirit of co-operation in the realisation of our first Mauritian Congress.

I hope that it will lead to constructive discussions and in many cases to increased sugar output as it is my firm conviction that there is no reason why the final molasses of the Island could not be exhausted to 35 gravity purity or much lower. This would mean an additional sugar output of 5,000 tons or more annually and a net revenue of two million rupees, which amount should amply justify the cost of the relatively minor improvements that may be required.

RÉSUMÉ

L'auteur passe en revue tous les aspects de la fabrication.

Les différents types d'appareils à cuire et les instruments de contrôle sont critiqués et l'installation de condenseurs individuels est recommandée tout au moins pour les cuites C. Les différents procédés d'épuisement sont comparés et l'auteur recommande d'employer le système qui nécessite le minimum de cuites pour un même épuisement de la mélasse. Il considère que la pureté optima de la massecuite C se situe entre 52 et 58° de pureté directe selon le quotient réducteurs/cendres de la mélasse. Les retours d'égouts sont condamnés.

Les différentes méthodes employées pour le grainage sont commentées et la méthode employée à la sucrerie de Mon Trésor et Mon Désert est décrite en détail. L'influence de la grosseur des cristaux est aussi discutée.

L'auteur passe en revue les ennuis que l'on a dans la conduite des cuites, tels que faux grains, conglomérés et autres. L'influence de la viscosité et son contrôle ainsi que les facteurs qui influencent l'épuisement des mélasses sont décrits.

# EPURATION DE L'EGOUT B PAR CENTRIFUGATION RAPIDE

par

JEAN HALAIS

*Chimiste, Mon Loisir S. E.*

Depuis quelques années on trouve des séparateurs à grande vitesse pour l'élimination des matières en suspension des liquides de multiples industries.

La sucrerie de Mon Loisir a installé des séparateurs débourbeurs Westfalia depuis septembre 1956 en vue des avantages que procurerait l'enlèvement des matières en suspension de l'égout B.

La machine est constituée par un bol de 560 mms de diamètre qui tourne à 4,500 tours au moyen d'un moteur électrique d'une puissance de 11 k.w.

Les particules solides en suspension dans l'égout sont évacuées par 4 buses coniques de 1 mm. de diamètre placées à la périphérie du bol. Les boues, qui contiennent encore une quantité importante d'égout, sont retournées d'une façon continue à la machine. Le recyclage persiste jusqu'à ce que la concentration des matières en suspension atteigne un degré raisonnable que nous avons fixé à 28° de pureté directe. Quand l'analyse montre que l'on a atteint ce point, toutes les boues en traitement sont évacuées de l'usine après échantillonnage et jaugeage, ce qui a lieu une ou deux fois par jour. Il se produit en sus un colmatage de la chambre à boue qui fait baisser l'efficience de la machine en obstruant les buses. Il faut donc la démonter pour la nettoyer de temps à autre, ce qui prend moins de 2 heures à un ouvrier entraîné. Nous avons observé qu'il fallait procéder à ce nettoyage après un intervalle de 24 à 36 heures selon la qualité de l'égout.

Les égouts sont dilués à 33° Baumé à chaud (environ 74° Brix, dilution 1/10 à 20°C.) et réchauffés à environ 75°C. avant d'être traités.

En applicant le procédé de débourbage des égouts on avait pensé qu'il conduirait aux avantages suivants :

(i) Récupération d'aconitate de chaux dont la valeur marchande est appréciable et que les travaux de nombreux chercheurs permettaient espérer trouver en quantités importantes dans les boues éliminées voir en appendice des références à ce sujet) ;

(ii) meilleure récupération du sucre de la dernière massecuite résultant de l'accroissement du rapport $\frac{\text{sucres}}{\text{non sucres}}$ dans l'égout épuré ;

(iii) travail plus facile aux cuites et aux centrifuges par suite d'une

réduction escomptée de la viscosité et de l'élimination d'un précipité dont on pensait que la présence devait entraver l'essorage de la massecuite.

Pour ce qui s'agit de la récupération d'aconitate, son extraction sur une base industrielle réclame des mesures plus intensives que celles que nous avons employées à MON LOISIR : il aurait fallu pousser la dilution à 55°Brix et le chauffage à 90°C après neutralisation par de la chaux. Nous avons été limités par la capacité des appareils à cuire et les risques d'entrainement. Toutefois l'addition de chaux devrait être retenue car elle devrait aussi conduire à une meilleure élimination des impuretés.

Le jus de cannes analysé en Louisiane par Roberts et Martin contient cinq fois plus d'acide aconitique que le jus de canne à Maurice analysé par Parish. Ces données, assez conformes aux conditions climatiques des deux pays, ne permettent pas de penser qu'il serait possible à Maurice de créer une industrie d'extraction d'aconitate de chaux avec autant de succès qu'à la sucrerie de Raceland (Godchaux Sugar Inc.) en Louisiane.

Deux échantillons de boues analysés dans un laboratoire officiel n'ont montré seulement que 0,17 d'acide aconitique o/o. Ces résultats excessivement faibles sont attribués par l'analyste à l'état de fermentation des échantillons. Ceci semble en contradiction avec les expériences de E. L. Martin (cité par Honig, 1953) qui a trouvé que 86 o/o de l'acide aconitique des mélasses se retrouvait sans changement dans les vinasses après fermentation alcoolique Là encore, des recherches plus approfondies, hors de portée d'un laboratoire courant de sucrerie, deviennent nécessaires.

On trouvera plus loin un tableau qui résume les résultats obtenus à la sucrerie de MON LOISIR pour différentes périodes au cours des campagnes 1956 et 1957. Le brix densimétrique a été déterminé à une dilution de 100 grammes par litre conformément à la méthode officielle à Maurice. Le brix réfractométrique a été déterminé après dilution d'environ 12 o/o avec l'eau chaude. Le non-saccharose de la formule Douwes-Dekker a été calculé en soustrayant le saccharose du brix réfractométrique. Le chiffre diffère quelque peu du non-saccharose réel obtenu par dessication ménagée de la mélasse, mais il a été retenu en raison de la simplicité pratique de l'analyse.

Les données ainsi obtenues ne sont donc pas strictement comparables à celles requises par le calcul de la formule de base mais elles sont parfaitement comparables entre elles.

Les non-saccharoses évacués définitivement dans les boues de séparateur diminuent d'autant ceux qui proviennent du turbinage de la massecuite C qui seront évacués plus tard par les centrifuges ordinaires. Ce bilan favorable s'applique aux cendres qui font partie des non-saccharoses dont l'importance prépondérante en matière d'épuisement des mélasses est universellement reconnue.

Le poids et la proportion des non-saccharoses et des cendres que l'on trouve dans les boues sont donc une mesure de l'efficience du travail accompli par les séparateurs. Le tableau en montre l'importance et les fluctuations. Il convient cependant de noter que l'égout B ne constitue qu'environ 2/3 du poids de la massecuite C, et que toutes les matières en suspension dans celle-ci n'ont pas été soumises au débourbage.

En se référant au tableau, on peut constater que pendant la période (b) qui suit la mise en service des séparateurs, 3 kilos de boues ont été évacuées par tonne de canne, l'élimination des non-saccharoses étant de 11,7 % et celle des cendres de 15,6% . Malheureusement une partie des avantages obtenus est subséquemment perdue par la production d'une mélasse d'une pureté un peu plus forte que celle escomptée. Il apparait que ce manque à gagner est attribuable aux difficultés d'adaptation aux conditions nouvelles intervenues pour la cuisson.

Pour la période (c), qui marque la fin de la campagne 1956, le poids des boues évacuées n'est que 2,5 kilos par tonne de canne. Ceci semble coincider avec la baisse en acide aconitique du jus attribuable à la maturation selon les vues de plusieurs auteurs.

Pour la période (d), qui marque le début de la campagne 1957, deux séparateurs sur trois ont été conservés, leur capacité étant amplement suffisante.

Pour la période (e), le poids de boue commence à diminuer et n'est plus que de 2,2 kilos par tonne de canne. L'élimination des non-saccharoses est de 7,1 % et celle des cendres de 10,4 % . La pureté de la mélasse est satisfaisante en dépit d'un poids accru.

Pour la période (f), qui marque la fin de la campagne 1957, le poids de boue n'est que 2 kilos par tonne ce qui indique la même tendance que celle observée fin de campagne 1956. L'élimination des non-saccharoses n'est que de 4,6% et celle des cendres de 7,0% . La quantité anormale de mélasse évacuée pendant cette période excerce une influence défavorable sur sa pureté.

En résumé, les séparateurs ont enlevé de l'égout une proportion importante d'impuretés qui n'ont entraîné qu'une faible quantité de sucre dans les boues évacuées. Pour la fabrication, un gain positif a été constaté de ce fait.

Il est plus difficile de démontrer que l'essorage de la massecuite est facilité par le débourbage préalable de l'égout. En effet la vitesse d'essorage dépend de plusieurs variables plus ou moins associées et intervenant en même temps : quantité, dimensions et régularité des cristaux ; densité et viscosité de l'eau-mère.

Les points de repère pour la cuisson et la concentration de la massecuite ayant changé du fait du débourbage de l'égout, il en découle qu'un certain laps de temps minimum est nécessaire pour la ré-adaptation, ce qui rend toute comparaison rapprochée presque irréalisable.

| | (a) | (b) | | | (c) | | | (d) | | | (e) | | | (f) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | du 4 Août au 8 Septembre 1956 | du 10 Septembre au 13 Octobre 1956 | | | du 25 Octobre au 10 Novembre 1956 | | | du 17 Août au 28 Septembre 1957 | | | du 30 Septembre au 26 Octobre 1957 | | | du 28 Octobre au 9 Novembre 1957 | | |
| Cannes manipulées, tonnes ... .. | 78,258 | 75,644 | | | 33,718 | | | 95,776 | | | 64,815 | | | 27,972 | | |
| Nombre de jours de roulaison ... | 29 | 29 | | | 14 | | | 35 | | | 24 | | | 11 | | |
| Moyenne heures travail moulins/jour ... | 22.2 | 20.5 | | | 21.1 | | | 22.4 | | | 22.0 | | | 21.5 | | |
| „ „ „ séparateurs/ „ ... | — | 16.1 | | | 18.6 | | | 17.3 | | | 20.3 | | | 21.2 | | |
| Nombre séparateurs en service ... | — | 3 | | | 3 | | | 2 | | | 2 | | | 2 | | |
| HL Egout B/tonne canne ... .. | 0.18 | 0.31 | | | 0.39 | | | 0.26 | | | 0.30 | | | 0.35 | | |
| „ „ „/séparateur/heure .. | — | 16.7 | | | 16.7 | | | 20.6 | | | 20.2 | | | 21.2 | | |
| Kilos boues/HL égout B ... .. | — | 9.6 | | | 6.5 | | | 10.0 | | | 7.2 | | | 5.8 | | |
| „ „ / tonne canne ... .. | — | 3.0 | | | 2.5 | | | 2.6 | | | 2.2 | | | 2.0 | | |
| Kilos boues desséchées/HL égout B ... | — | 6.1 | | | — | | | — | | | — | | | — | | |
| „ „ „ /tonne canne ... | — | 1.9 | | | — | | | — | | | — | | | — | | |
| Brix égout B entrée séparateurs .. | (91.8) | 74.6 | | | 73.7 | | | 75.6 | | | 75.1 | | | 74.7 | | |
| Pureté directe „ „ ... ... | (42.9) | 41.9 | | | 43.2 | | | 44.5 | | | 43 2 | | | 43.6 | | |
| Brix égout B sortie séparateurs ... | (91.8) | 71.3 | | | 71.7 | | | 73.4 | | | 73.2 | | | 74.2 | | |
| Pureté directe „ „ ... .. | (42.8) | 44.2 | | | 44.4 | | | 46.1 | | | 44.2 | | | 43.5 | | |
| | Mélasse Centrifuge Broadbent | Boues Séparateurs | Mélasse Centrifuge Broadbent | Mélasses Combinées | Boues Séparateurs | Mélasse Centrifuge Broadbent | Mélasses Combinées | Boues Séparateurs | Mélasse Centrifuge Broadbent | Mélasses Combinées | Boues Séparateurs | Mélasse Centrifuge Broadbent | Mélasse Combinées | Boues Séparateurs | Mélasse Centrifuge Broadbent | Mélasses Combinées |
| Poids évacué % cannes ... ... | 2.32 | 0.30 | 2.2 | 2.6 | 0.2 | 3.0 | 3.2 | 0.3 | 2.1 | 2.4 | 0.2 | 2.7 | 2.9 | 0.2 | 3.6 | 3.8 |
| Brix densimétrique ... ... | 95.3 | 85.1 | 94.3 | 93.2 | 90.4 | 93.5 | 93.2 | 84.8 | 92.2 | 91.4 | 78.7 | 92.0 | 91.0 | 72.1 | 92.1 | 91.0 |
| Brix réfractométrique ... ... | 85.7 | 60.6 | 86.7 | 83.9 | — | 86.6 | — | — | 85.9 | — | — | 86.0 | — | — | 86.4 | — |
| Saccharose o/o ... ... ... | 35.4 | 26.6 | 35.6 | 34.4 | 27.2 | 36.2 | 35.6 | 25.7 | 35.0 | 34.0 | 24.5 | 34.1 | 33.4 | 23.9 | 34.7 | 34.0 |
| Réducteurs o/o ... ... .. | 15.7 | 8.9 | 16.9 | 15.9 | 8.9 | 16.3 | 15.8 | 7.9 | 15.0 | 14.3 | 8.5 | 16.6 | 16.0 | 9.3 | 17.2 | 16.9 |
| Cendres o/o ... ... ... | 15.7 | 19.3 | 14.0 | 14.6 | 22.3 | 13.2 | 14.0 | 21.4 | 14.6 | 15.3 | 19.8 | 14.0 | 14.4 | 16.8 | 12.8 | 13.0 |
| Rapport réducteurs/cendres... ... | 1.0 | 0.5 | 1.2 | 1.1 | 0.4 | 1.2 | 1.1 | 0.4 | 1.0 | 0.9 | 0.4 | 1.2 | 1.1 | 0.5 | 1.3 | 1.3 |
| Pureté Clerget ... ... ... | 37.2 | 31.2 | 37.7 | 37.0 | 30.1 | 38.9 | 38.1 | 30.2 | 37.9 | 37.1 | 31.1 | 37.1 | 36.8 | 35.0 | 37.5 | 37.3 |
| „ réfractométrique ... .. | 41.4 | 44.2 | 41.0 | 41.1 | — | 41.9 | — | — | 40.7 | — | — | 39.7 | — | — | 40.0 | — |
| „ Douwes-Dekker ... ... | 41.5 | — | 40.2 | — | — | 40.1 | — | — | 41.0 | — | — | 40.3 | — | — | 39.7 | — |
| Eau o/o boues séparateurs ... .. | — | 36.6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Elimination non-saccharose ... .. | — | 11.7 | 88.3 | 100.0 | 8.5 | 91.5 | 100.0 | 10.9 | 89.1 | 100.0 | 7.1 | 92.9 | 100.0 | 4.6 | 95.4 | 100.0 |
| „ cendres .. ... | — | 15.6 | 84.4 | 100.0 | 12.4 | 87.6 | 100.0 | 14.9 | 85.1 | 100.0 | 10.4 | 89.6 | 100.0 | 7.0 | 93.0 | 100.0 |

A Mon Loisir, l'essorage de la massecuite se fait dans 5 turbines Broadbent de 42" tournant à 1500 tours/minute. Tout est réglé de façon à ce que le nombre d'heures de travail des centrifuges coincident avec les heures de broyage. On peut donc évaluer la facilité d'essorage en tablant sur le poids de la mélasse évacuée et sa pureté. Faute de mieux, nous proposons de comparer la différence entre la pureté réfractométrique obtenue et la pureté souhaitée d'après Douwes-Dekker à la différence observée avant l'installation des séparateurs Westfalia.

L'examen au microscope des boues montre que le diamètre des particules varie entre 1,5 et 3 microns, soit 80 fois moins que les orifices des toiles des centrifuges et 100 fois moins que le diamètre des crystaux de sucre. En raison de leur ordre de grandeur, le diamètre de ces particules ne permet donc pas de les inclure dans les formules courantes dont on se sert pour l'essorage des massecuites.

La détermination de la viscosité par la viscomètre à torsion n'a donné aucune différence appréciable entre la mélasse provenant d'égouts épurés et cette même mélasse à laquelle avait été réincorporées des matières solides provenant de la chambre à boues du séparateur. Cette constatation demande à être vérifiée et amplifiée par des recherches plus poussées.

La force centrifuge énorme mise en œuvre dans les séparateurs modernes du type Westfalia permet d'éliminer des particules de très grande finesse échappant à l'action d'autres moyens physiques.

La présente étude n'a pas la prétention de poser plus qu'une ébauche de problème.

L'industrie sucrière a tout intérêt à utiliser le matériel nouveau mis à sa disposition, mais les conditions optimales ne seront connues que si les usagers échangent leurs observations sans réticences.

Nous remercions l'administrateur de Mon Loisir de nous avoir encouragé à faire cette communication.

## BIBLIOGRAPHIE

Mc Calip, M. A. and Seibert, A. H. (1941) ... *Sugar Bull.* 19, 84.

Desmarais, R. (1955) ... Le traitement des filtrats des filtres continus ainsi que des égouts ' B ' pendant la campagne 1954 à la sucrerie de Trianon— *Revue Agricole* 34, 6, 278.

Parish, D. H. (1957) ... The composition of cane juice — 1957 Annual Report, Mauritius Sugar Industry Research Institute, 41.

Chen, S. C. P. and Fu-tsu-tsai (1958) ... The aconitic acid content of molasses — *Sugar Journal* 20, 9, 12.

Honig, P. (1953) ... Principles of sugar technology — Elsevier, Amsterdam, 146.

SUMMARY

*The purifying of " B " molasses by continuous centrifugals*

The Wesfalia continuous centrifugals installed at Mon Loisir factory in 1956 to treat B molasses are described. A brief description is given of the way in which they are used.

Advantages and disadvantages of the continuous centrifugals are discussed. The possibility of extracting aconitic acid from the solids removed by the centrifugals is surveyed but the author considers that it is unlikely that it would be economical under Mauritius conditions because of the very low aconitic acid content of local juices.

# LA REGULATION AUTOMATIQUE DE L'ALIMENTATION DES MOULINS

par

MAXIME RIVIÈRE

*Président, Directeur Général, Sucrerie du Quartier Français, Réunion*

La régularité d'alimentation est, incontestablement, l'un des facteurs essentiels de l'efficacité des moulins.

Tous les auteurs en soulignent l'importance et un grand nombre de dispositifs ont été imaginés, pour régulariser le débit du transporteur desservant le premier moulin.

Ce débit dépend de trois facteurs :

— la vitesse du transporteur,

— l'épaisseur et

— la densité de la couche de cannes.

1 — *La vitesse* est un paramètre facilement mesurable et contrôlable. Il est plus difficile, mais possible,

2 — de contrôler, dans une certaine mesure, *l'épaisseur* de la couche de cannes, au moment du chargement du transporteur.

L'analyse comparée des avantages et des inconvénients des différents modes de chargement : tables d'alimentation, avec ou sans ébouleur, cane-rakes, etc... sortirait du cadre de la présente étude.

Qu'on nous permette cependant deux remarques à ce sujet :

La première, c'est que l'on ne peut bien régler que ce que l'on mesure bien.

Or le niveau des cannes sur un transporteur est une grandeur mal définie. Et elle l'est d'autant moins que la masse des cannes est moins homogène.

La première qualité des engins chargés d'alimenter le transporteur devrait donc être de délivrer les cannes sous une forme relativement homogène en conservant autant que possible la disposition en faisceaux qu'elle ont dans les paquets livrés à l'usine.

A cet égard, les cane-rakes en faveur aux Hawaï et au Queensland, ont, à notre sens, un avantage certain sur nos tables d'alimentation, dans la mesure où celles-ci comportent toujours une chute qui détruit l'homogénéité des paquets de cannes.

Notre deuxième remarque c'est qu'il y a un intérêt évident à travailler en couche aussi épaisse que possible. De cette façon, en effet les variations d'épaisseur inévitables sont, en valeur relative, moins importantes.

3 — *Densité*. Mais quel que soit le mode de chargement utilisé et quelque soins que l'on apporte à obtenir une couche d'épaisseur uniforme il subsiste un troisième facteur du débit, incontrôlable celui-ci :

La densité de la couche, échappe en effet à toute mesure, et varie avec la matière première elle même. et avec les conditions de manipulation et de déchargement, de sorte que le poids de cannes par unité de longueur du transporteur n'est pas constant. Il suffit pour s'en convaincre d'observer les variations de la puissance absorbée par un coupe-cannes travaillant dans une couche de cannes d'épaisseur constante, sur un transporteur à vitesse constante.

Il n'est donc pas possible de régler une fois pour toutes le débit du transporteur, au moment du chargement, et il est nécessaire d'en effectuer la régulation, en faisant varier constamment l'un des paramètres en général la vitesse, pour compenser globalement les variations des autres facteurs.

Deux conditions sont nécessaires à l'obtention d'une bonne régulation :

La première, c'est de pouvoir mesurer avec précision la grandeur à régler, en l'occurrence le débit de cannes entrant au premier moulin. Fort heureusement, l'épaisseur de la couche de cannes sur le couloir d'alimentation, fournit une mesure commode du débit. En ce point, en effet, la couche est à peu près homogène, grâce au travail de préparation des coupe-cannes, sa densité est sensiblement constante, et sa vitesse est égale, au glissement près, à la vitesse périphérique du moulin.

En fait on ne mesure pas, en général, cette épaisseur, et le conducteur se contente de l'apprécier à l'œil et de la maintenir à peu près constante, en agissant sur l'organe de réglage.

La deuxième condition d'une bonne régulation, c'est de pouvoir faire varier, avec souplesse et dans une gamme suffisamment étendue, le paramètre de réglage, en l'occurence, la vitesse du transporteur. Mais l'industrie nous offre de nos jours, un grand nombre de variateurs de vitesse et il n'y a plus guère de difficulté de ce côté.

La plus grande difficulté tient au fait que, dans la plupart des installations, c'est le même transporteur qui dessert à la fois le moulin et le ou les coupe-cannes.

En raison des variations inévitables de l'épaisseur et de la densité de la couche de cannes, le débit instantané correspondant à une vitesse donnée, varie d'un point à un autre du transporteur. Il n'est pas forcément le même, en particulier, au droit d'un coupe-cannes et à la chute du premier moulin.

Il s'en suit qu'en modulant la vitesse du transporteur, pour maintenir constante l'alimentation du moulin, on impose au coupe-cannes un fonctionnement à débit variable : d'où variations de la puissance absorbée par le moteur d'entraînement, et, dans le cas le plus défavorable, déclenchement de ce dernier et engorgement.

Cet inconvénient est cependant atténué, dans le cas du déchargement par cane rakes, car la couche est alors plus régulière et plus homogène.

C'est ainsi que dans une usine des Hawaï, dont le transporteur est alimenté par cane rake, un moteur de 125 cv. suffit, pour entraîner un coupe-cannes MEINECKE comportant 76 couteaux espacés de 1" 1/2 et réglés à 2" du transporteur, pour un tonnage horaire de 110 TCH.

En Australie, on considère qu'à 120 TCH, la puissance du moteur d'entraînement de n'importe quel type de coupe cannes ne dépasserait pas 200 CV *si* l'épaisseur de la couche pouvait être maintenue rigoureusement constante, mais que ces conditions idéales sont rarement réalisées en pratique. En fait on utilise des puissances allant jusqu'à 400 CV pour tenir compte des irrégularités de chargement.

Mais il existe à notre sens une solution plus rationnelle que celle qui consiste à doubler la puissance des moteurs de coupe-cannes : il faut à notre avis que le premier coupe-cannes soit desservi par un transporteur indépendant de celui des moulins. Certes, le fait de disposer de deux transporteurs au lieu d'un seul ne résoud pas le problème de régulation d'alimentation et ne fait que le déplacer. Mais l'importance des appareils de préparation est devenue telle, que nous pensons qu'il est payant d'effectuer la régulation de débit à leur niveau ou en amont ; il est en effet possible, comme nous le verrons par la suite, de moduler la vitesse du transporteur de manière à maintenir constante la puissance absorbée par le coupe-cannes placé au bout de ce transporteur.

Quoi qu'il en soit, dans le cas le plus général, tant à la Réunion qu'à Maurice, coupe-cannes et moulins sont desservis par le même transporteur.

Le contrôle de la vitesse dans ces conditions, demande de la part du conducteur la plus grande attention. Il lui faut en effet surveiller la chute du premier moulin et régler la vitesse pour maintenir constante l'alimentation, et, en même temps, veiller à ne pas provoquer un déclenchement du coupe-cannes, en se guidant sur les indications d'un ampèremètre. La régularité de l'alimentation dépend donc entièrement de sa vigilance. De plus, quel que soit son adresse, un opérateur qui surveille un appareil de mesure et agit sur un organe de contrôle, n'exerce son action qu'avec un certain retard. C'est l'inconvénient de tous les mécanismes à circuit ouvert, qui font intervenir l'équation personnelle de l'opérateur.

L'industrie connaît depuis longtemps des mécanismes à circuit fermé, ou servo-mécanismes, dans lesquels l'organe de réglage est mis directement sous la dépendance d'un appareil de mesure. Le premier en date des régulateurs automatiques industriels est le régulateur à boules de WATT dont le principe est bien connu.

Il est curieux de noter que le premier régulateur automatique d'alimentation des moulins, dont parle Maxwell, ait été justement associé au régulateur à boules de la machine à vapeur d'entraînement du moulin.

Il s'agit du *Killer automatic feed regulator*, qui réalise l'asservissement mécanique de la vitesse du moulin à l'épaisseur de la couche sur le couloir d'alimentation. Ce système n'est malheureusement pas susceptible de généralisation car il implique la commande individuelle des moulins, comme cela se fait d'une manière très générale au Queensland.

Le terme régulateur d'alimentation qu'emploie Maxwell est du reste impropre, dans la mesure où l'appareil ne règle pas l'alimentation pour l'adapter au débit du moulin, mais règle au contraire le débit du moulin pour l'adapter à une alimentation variable.

En outre la souplesse de fonctionnement d'un tel appareil est limitée par l'inertie propre aux systèmes à asservissement mécanique.

Il est néanmoins très intéressant car il comporte déjà l'appareil de mesure nécessaire à tout régulateur : le *feeler plate* ou *palpeur* que nous retrouverons dans les deux installations automatiques qui seront décrites plus loin.

L'apparition du moteur électrique a permis de développer les servo-mécanismes grâce aux relais et aux contacteurs.

Une application intéressante en a déjà été faite à la commande automatique d'un transporteur de cannes.

L'installation qui fonctionne depuis 1955 à l'usine de Mulgrave en Australie, a fait l'objet d'une communication au neuvième congrès sucrier international. Le système assure la protection automatique des coupe-cannes contre les surcharges, et réalise l'asservissement de la vitesse du transporteur, à l'épaisseur de la couche de cannes à l'entrée du premier moulin. Le transporteur est entraîné par un moteur asynchrone dont on fait varier la vitesse en introduisant des résistances dans le circuit du rotor au moyen de contacteurs. La protection du coupe-cannes est obtenue par deux relais à maximum d'intensité, réglés à deux niveaux différents, le premier ralentissant le transporteur à 10% de surcharge, tandis que le second en provoque l'arrêt pour une surcharge de 50%.

D'autre part, le débit est mesuré au moyen d'un palpeur installé sur la chute du CRUSHER et dont les mouvements font varier la tension appliquée à quatre relais de tension qui commandent les contacteurs des résistances rotoriques. Le dispositif est complété par un amortisseur à huile destiné à amortir les oscillations du palpeur, par suite du débit discontinu du transporteur, ce qui entraînerait le pompage du système.

Après quelques difficultés de mise au point, l'installation fonctionne, paraît-il, de manière satisfaisante et permet de se passer complètement du conducteur.

C'est, en tout cas, une expérience encourageante, si l'on songe aux possibilités nouvelles offertes par l'électronique qui apporte aux problèmes de ce genre des solutions infiniment plus souples et plus élégantes que celles que l'on peut réaliser avec des relais et des contacteurs.

Le domaine d'application des servo-mécanismes électroniques s'est considérablement étendu depuis une dizaine d'années, et va du pilotage automatique des avions à la commande des machines outils, en passant par celle des trains de laminoirs.

C'est à l'Industrie Sucrière Mauricienne que revient le mérite d'avoir su, la première, appliquer l'électronique au contrôle des transporteurs de cannes.

Les avantages des systèmes électroniques sont bien connus ;

— *sensibilité* qui permet d'utiliser industriellement des phénomènes mettant en jeu des puissances de l'ordre de 10-10 watt.

— *rapidité* : l'électronique sait agir en des temps pouvant descendre jusqu'à 10-7 seconde. Les dispositifs électroniques ont en effet

des inerties très faibles et leurs constantes de temps peuvent être rendues très inférieures aux équations personnelles des opérateurs les mieux entraînés.

— *simplicité* des moyens de commande permettant de réaliser les asservissements les plus complexes.

Enfin, l'équipement électronique, par sa constitution même, et par l'absence de jeu et d'usure mécanique, peut et doit être l'élément le plus robuste d'une machine.

Rappelons que l'organe essentiel est un tube électronique à vapeur de mercure, ou thyratron, qui alimenté en courant alternatif monophasé, fournit une tension continue variable.

On peut appliquer cette tension au rotor d'un moteur à courant continu, et en faire varier la vitesse avec une souplesse et une précision très grandes.

Les variations peuvent être obtenues à la main en faisant varier la tension de grille du thyratron, au moyen par exemple d'un potentiomètre. A chaque position du curseur du potentiomètre correspond alors une vitesse déterminée du moteur.

Mais la vitesse peut également être modulée suivant une loi imposée par les variations d'une grandeur physique quelconque. Il suffit de traduire électriquement les variations de cette grandeur et d'appliquer la tension modulée ainsi obtenue à la grille des thyratrons.

La puissance des moteurs commandés directement par thyratrons ne peut, cependant, dépasser une dizaine de chevaux. Pour les puissances supérieures, on utilise en général, des groupes WARD-LEONARD, dans lesquels un moteur à courant continu est alimenté à tension variable, par une génératrice dont l'inducteur est excité par thyratrons. Ces groupes ont des caractéristiques extrêmement intéressantes qui les ont fait utiliser récemment dans la commande des centrifuges.

Dans le cas de la commande des transporteurs de cannes, le système d'accouplement magnétique à glissement dont les applications se sont développées récemment à Maurice, constitue cependant une solution plus simple et tout aussi efficace.

Les "slip-couplings" à commande électronique comportent un organe de réglage à main le *speed control box* et deux possibilités d'asservissement qui sont, en général, utilisées pour protéger les moteurs de coupe-cannes. A cet effet un transformateur d'intensité est branché sur le circuit du stator du moteur à protéger. Ce transformateur fournit au secondaire une tension proportionnelle à l'intensité absorbée par le moteur Cette tension convenablement redressée est appliquée à la grille des thyratrons de manière à limiter la vitesse du transporteur en cas de surcharge. Le niveau de protection est fixé par un potentiomètre destiné à régler le taux d'asservissement. Pratiquement l'asservissement ne doit être effectif que pour les pointes de puissance exceptionnelles. La rapidité d'action du système est telle que ces pointes sont effectivement écrêtées et que le ralentissement du transporteur ne dure qu'une fraction de seconde de telle sorte que l'alimentation du moulin n'en est pratiquement pas affectée.

C'est une solution élégante et qui donne entière satisfaction.

Mais nous pensons que ce dispositif pourrait réaliser beaucoup mieux qu'une simple protection dans le cas où on l'appliquerait à un coupe cannes desservi par un transporteur indépendant, le coupe-cannes étant placé au bout du transporteur.

La tension aux bornes du secondaire du transformateur d'intensité est en effet proportionnelle à la puissance absorbée par le moteur du coupe-cannes.

Il serait donc possible en appliquant cette tension à la grille des thyratrons de commande de moduler la vitesse du transporteur de manière à maintenir constante la puissance du coupe-cannes.

Outre l'économie sur la puissance installée, on obtiendrait du même coup une première régulation du débit dans la mesure où la puissance absorbée lui est proportionnelle.

En fait la puissance absorbée dépend également de la fibre et il serait nécessaire pour maintenir un débit constant, d'accepter des variations de puissance du moteur de coupe-cannes, correspondant justement aux variations de la fibre.

Mais les variations seraient beaucoup plus sensibles au second coupe-cannes placé sur le transporteur du moulin. Celui-ci recevrait du premier transporteur une matière homogène, et son débit ne dépendrait plus que de deux paramètres facilement réglables, l'épaisseur de la couche et sa vitesse.

Dans le cas d'un transporteur unique, il n'est évidemment pas possible d'en asservir intégralement la vitesse à la puissance d'un coupe-cannes.

Il nous a paru néanmoins intéressant de chercher dans ce cas à appliquer le principe de la régulation à puissance constante à un ébouleur placé au bout du transporteur.

L'ébouleur est disposé de telle sorte que la puissance absorbée par le moteur d'entraînement fournisse une mesure de l'épaisseur de la couche de cannes juste avant la chute.

L'asservissement est réalisé par un transformateur d'intensité agissant sur la grille des thyratrons de commande du ' slip-coupling '. Nous avons obtenu ainsi une régularisation intéressante du débit, mais il était cependant nécessaire d'agir de temps à autre sur le potentiomètre de réglage à main.

L'ébouleur s'est, en outre, révélé très utile pour assurer le fonctionnement sans à coup du régulateur automatique que nous décrivons maintenant.

L'épaisseur de la couche de cannes à l'entrée des moulins est mesurée au moyen d'un palpeur. Les mouvements de ce palpeur convenablement amplifiées sont transmis au potentiomètre du ' speed control box '. A chaque position du palpeur correspond ainsi une vitesse déterminée du transporteur. Toute variation d'épaisseur entraîne une variation de la vitesse du transporteur qui tend à la corriger. Le fonctionnement est très

souple grâce à l'ébouleur qui assure une variation lente et progressive du paramètre de réglage. Il n'a pas été nécessaire d'installer un amortisseur.

Certain d'entre vous ont pu voir fonctionner l'installation réalisée suivant ces principes l'an dernier à la Réunion.

L'ensemble se comporte comme un être intelligent qui règle le débit avec précision, prévoit l'arrivée d'une couche plus épaisse au moulin et ralentit le transporteur en conséquence et éventuellement l'arrête pour éviter un engorgement aux coupe-cannes.

En fait nous n'avons jamais eu de conducteur aussi intelligent !

SUMMARY

*Automatic regulation of mill feeding*

The factors affecting the regularity of mill feeding and the gradual development of regulators for mill carriers are surveyed in this paper. It is suggested that better regulation of the feed to the mills would be obtained if the cane knives were placed on a different carrier from that feeding the mills. Electric drive of the cane carrier through a magnetic coupling automatically controlled by an electric controller is recommended. Such an installation is described in which completely automatic control of the cane carrier has been achieved. regulation being assured by means of a leeder on the chute to the crusher and a cane leveller at the top of the cane carrier.

# LES COUSSINETS DE MOULINS

par

J. MAURICE PATURAU

*Ingénieur, Directeur des Forges Tardieu Ltd.*

1. INTRODUCTION :
   1. Nécessité de révision des théories anciennes.
   2. Définitions : Paliers, coussinets.
   3. Données typiques pour un moulin à cannes.
2. CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES :
   1. Historique.
   2. Graissage onctueux.
   3. Méthodes de calcul.
3. RÉALISATIONS PRATIQUES :
   1. Paliers à coussinets.
   2. Paliers à roulements.
4. UTILISATION :
   1. Systèmes de graissage.
   2. Échauffement et usure.
   3. Dispositifs de sécurité.
5. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

## INTRODUCTION

**Nécessité de révision des théories anciennes.**

Les coussinets sont des organes importants des moulins à cannes et il est remarquable qu'on y ait attaché souvent peu d'importance alors que leur défectuosité peut grandement entraver la marche de la sucrerie, pendant que leur remplacement s'avère toujours relativement onéreux. En fait, dans la littérature technique, récente ou ancienne, on trouve très peu de références quant à la théorie et à la construction des coussinets de moulins ; et les maigres directives qu'on peu glaner découlent généralement des manuels d'instructions des compagnies huilières, ces compagnies utilisant souvent l'expérience acquise dans d'autres industries — notamment les laminoirs d'aciéries.

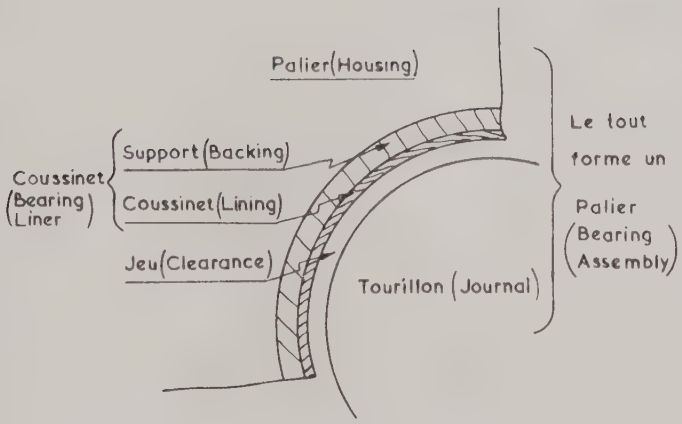

Palier(Housing)
Le tout
forme un
Palier
(Bearing
Assembly)
Coussinet
(Bearing
Liner)
Support(Backing)
Coussinet(Lining)
Jeu(Clearance)
Tourillon (Journal)

Fig. 1

De plus, la théorie du graissage date de la fin du siècle dernier, alors que la chapelle de moulin type Rousselot était déjà bien établie. Un certain empirisme a donc présidé à l'élaboration de bien des coussinets et, même de nos jours, guide encore certains constructeurs. Cet état de choses n'est cependant plus acceptable avec les récents progrès accomplis tant dans le domaine de la métallurgie que du graissage et la meilleure compréhension qu'on a aujourd'hui du frottement onctueux.

Il semble donc intéressant de considérer brièvement les théories actuelles et d'en tirer les conclusions pouvant aider à l'élaboration rationnelle et à l'utilisation efficiente des coussinets de moulins.

**Définition.**

Il est utile, pour éviter toute confusion dans ce qui va suivre, de bien préciser la différence qui existe entre les termes : coussinets et paliers.

COUSSINET : Pièce cylindrique dans laquelle se meut un tourillon. Les coussinets de machines sont faits en deux pièces cylindriques creuses, généralement en bronze, et placées dans un support en fonte dit « palier ».

PALIER : Pièce fixe qui supporte un arbre à chacune de ses extrémités. Les paliers se composent d'un corps, d'un chapeau et de coussinets.

Dans le schéma N° 1 nous indiquons également les termes anglais équivalents.

**Données typiques pour un moulin à cannes.**

Pour fixer les idées, nous considèrerons un moulin de 36" x 72" avec des portées d'axes de 18" x 24". Ce type de moulin peut généralement supporter une charge de 500 tonnes et sera accouplé à un moteur (ou turbine) de 400 BHP La vitesse périphérique des rouleaux peut varier dans une large mesure, de 15 à 50 ft/minute, mais la tendance actuelle est d'opérer autour de 30 ft/min. ; aussi nous adopterons 3 R. P. M. comme étant la vitesse de rotation de l'axe moteur à pleine puissance.

De ce qui précède, on déduit que la pression sur les coussinets — charge totale divisée par la surface diamétrale de 2 coussinets — est de l'ordre de :

$$P = \frac{W}{2bd} = \frac{500 \times 2240}{2 \times 18 \times 24} = 1300 \text{ p.s.i.g.}$$

Nous nous trouvons donc dans un cas de graissage assez délicat avec une vitesse de rotation *très faible*, 3 RPM et une charge unitaire *relativement élevée*, 1300 p.s.i.g.

La viscosité des huiles généralement employées pour le graissage des coussinets de moulins est d'environ 15000 à 20000 SSU à 100°F, soit 3000 à 4000 centipoises approximativement. En marche normale la tem-

pérature des coussinets varie entre 80 et 90°F ; l'on peut donc supposer que la température de l'huile n'est guère éloignée de 90 à 100°F. Nous pouvons donc admettre que la viscosité de l'huile est de l'ordre de 4000 centipoises en marche normale, soit

$$\frac{4000}{6.9 \times 10^6} = \frac{5.8 \times 10^{-4} \text{ reyns.}}{}$$

Le paramètre d'utilisation le plus généralement adopté pour un coussinet est le nombre de SOMMERFELD : $\frac{\eta N (r)^2}{P (c)}$

quand

| | | |
|---|---|---|
| $\eta$ | = viscosité absolue en reyns | $\frac{\text{lbs/sec}}{\text{in}^2}$ |
| N | = révolutions par minute | rpm |
| P | = pression ou charge unitaire | $\text{lbs}/_{\text{in}^2}$ |
| r | = rayon du tourillon | in. |
| c | = jeu radial entre le coussinet et le tourillon | in. |

Pour un coussinet de moulin le rapport r/c est de 1000/1. Le nombre de Sommerfeld dans les cas qui nous concernent est donc de :

$$\frac{5.8 \times 10^{-4} \times 3}{1300} \times 1000 \times 1000 = 1.34$$

Or la figure 2 nous montre bien clairement que nous sommes dans la zone de graissage onctueux. En pratique on considère que pour tout nombre de Sommerfeld inférieur à 5, le coussinet opère en graissage onctueux. Il faut donc bien se pénétrer du fait que dans un moulin à cannes, les coussinets ne sauraient travailler souvent en graissage hydrodynamique, sauf dans des conditions d'utilisation anormales ; et que le problème qui nous concerne est principalement un problème de *graissage onctueux*. Cette remarque s'applique évidemment aux rouleaux moteurs et de sortie et, dans une bien plus faible mesure, au rouleau d'entrée où les pressions sont grandement réduites.

## CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES

**Historique.**

Il est probable que c'est Léonard de Vinci (Mac Curdy, 1938) qui le premier comprit les lois élémentaires du frottement. Cependant, c'est l'ingénieur français AMONTONS qui en 1699, fut le premier à énoncer ces lois avec précision dans une communication à l'Académie Royale des Sciences : le frottement est indépendant de l'étendue des surfaces en contact, dépend de leur nature, et est proportionnel à la réaction normale ou pression. En 1781, Coulomb vérifia la loi d'Amontons et établit une distinction entre le frottement statique et dynamique.

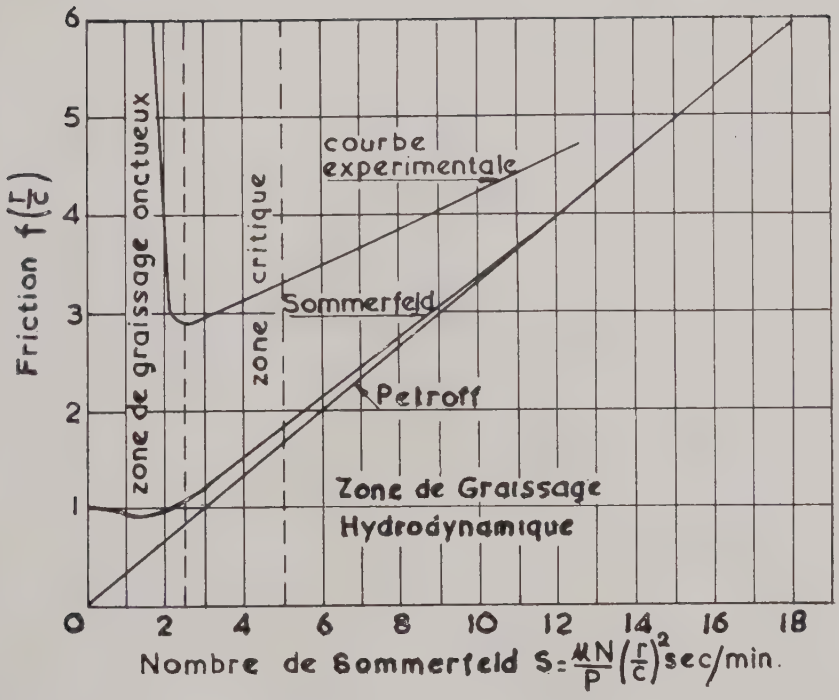

Friction $f(\frac{r}{c})$
6
5
4
3
2
1
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
zone de graissage onctueux
zone critique
courbe experimentale
Sommerfeld
Petroff
Zone de Graissage Hydrodynamique
Nombre de Sommerfeld $S=\frac{\mu N}{P}\left(\frac{r}{c}\right)^2$ sec/min.

Fig. 2

Ce n'est qu'en 1885 que Beauchamp Tower, dans une série d'expériences restées célèbres, grâce à un bouchon récalcitrant, indiqua le phénomène du graissage hydrodynamique. Et l'année suivante Orsborn Reynolds tira les conséquences de cette expérience et publia son élégante théorie du « coin d'huile ». Le graissage des paliers était dès lors établi sur une base solide et les progrès rapides des moteurs à explosion sont sans conteste dûs, dans une certaine mesure, à cette découverte.

Cependant on n'enregistra aucun progrès analogue dans le domaine du frottement à sec ou du frottement onctueux et en conséquence les coussinets de moulins ont peu varié depuis près d'un siècle.

**Graissage Onctueux.**

Ce n'est que vers 1930 que Sir W. B. HARDY proposa sa théorie d'adhésion intermoléculaire pour expliquer les forces de frottement. Tomlison (1929), puis Schnurmann (1940) modifièrent cette théorie, et de nos jours il semble que ce soient les vues de Bowden (1950) qui rencontrent le plus de succès pour expliquer le frottement à sec et le frottement onctueux.

Il n'est pas possible d'exposer cette théorie en quelques lignes, aussi devrons-nous nous contenter d'un résumé schématique. Quand deux surfaces métalliques sont en contact, on peut s'imaginer, toute proportion gardée, que nous avons retourné la Suisse sur l'Autriche. Les points de rencontre des deux surfaces étant relativement limités, il s'opère un écrasement de ces points de contact jusqu'à ce que leurs surfaces individuelles offrent une résistance suffisante pour supporter la pression normale entre les deux solides. Il se forme ainsi des jonctions métalliques par une sorte de soudure à froid, et, quand il y a mouvement entre les surfaces, ces soudures doivent être cisaillées. La rupture se fait en général à l'intérieur du métal le plus mou, mais lorsque les métaux sont identiques, la jonction peut être plus forte, par écrouissage, que ne l'est le reste du métal ; et par suite la rupture peut avoir lieu assez profondément dans le métal, entrainant des dégâts considérables.

En général, on peut interpréter la force de frottement à sec de façon quantitative, par une somme de termes dûs au cisaillement de jonctions métalliques. Si l'un des deux métaux en présence est beaucoup plus dur que l'autre, les aspérites de la surface du métal dur creuseront des sillons dans le métal mou ; et il faudra également tenir compte de cet effort de chariottage dans l'évaluation de la force de frottement, bien qu'il soit généralement beaucoup plus faible que l'effort de cisaillement.

En première approximation on peut donc, en négligeant l'effort de chariottage, écrire :

$$f = \frac{F}{W} = \frac{AS}{AY} = \frac{S}{Y}$$

quand

f = cœfficient de frottement
F = force de frottement ; lbs.
W = charge totale ; lbs.
A = surface réelle de contact ; in².
S = taux de cisaillement ; psi.
Y = taux limite d'élasticité ; psi.

donc $f = \frac{\text{résistance au cisaillement}}{\text{charge limite d'élasticité.}}$

Dans le cas du frottement onctueux, c'est-à-dire quand le film d'huile séparant les surfaces est de très faible épaisseur (d'ordre multimoléculaire), la pression normale est supportée sur une surface ' A ' par le film d'huile et par quelques jonctions métalliques aux endroits où ils traversent le film. La force de frottement peut donc être exprimée par la somme de deux termes :

1) La force $\alpha$ AS représentant l'effort pour cisailler les jonctions métalliques quand $\alpha$ est la fraction de la surface ou les jonctions sont fermées et S la résistance au cisaillement du métal.
2) La force A (1 — $\alpha$) $S_1$ représentant l'effort tranchant contre le lubrifiant, où $S_1$ est la résistance au cisaillement de ce lubrifiant.

Donc

$$F = A \left( S \alpha + 1 - \alpha ) S_1 \right)$$

et il est évident que le bon lubrifiant pour régime onctueux aura une valeur très faible pour $\alpha$ .

La fig. 3 indique de manière schématique l'effet du lubrifiant en frottement onctueux. Les molécules d'huile dans le champ d'attraction des surfaces métalliques s'orientent généralement suivant la normale de ces surfaces, formant des assises moléculaires, comme un verglas ultramicroscopique, auquel on a donné le nom d'épilamen. De plus si ces molécules comportent un radical capable de se combiner avec le métal sous-jacent — les acides organiques notamment — il se forme un composé, un savon, grâce auquel ces molécules sont enracinées dans le métal. L'adsorption n'est donc plus seulement physique mais chimique et l'épilamen conserve son rôle de lubrifiant au-dessus de son point de fusion, en fait jusqu'au point de fusion du savon.

Cela explique les meilleurs résultats obtenus en graissage onctueux avec les acides gras et graisses, en comparaison avec les paraffines et les alcools gras.

Nous pouvons résumer les propriétés nécessaires pour un bon lubrifiant onctueux comme :

a) Faible résistance au cisaillement
b) Température de fusion élevée
c) Réaction avec le métal pour la formation d'épilamens chimiquement adsorbés.

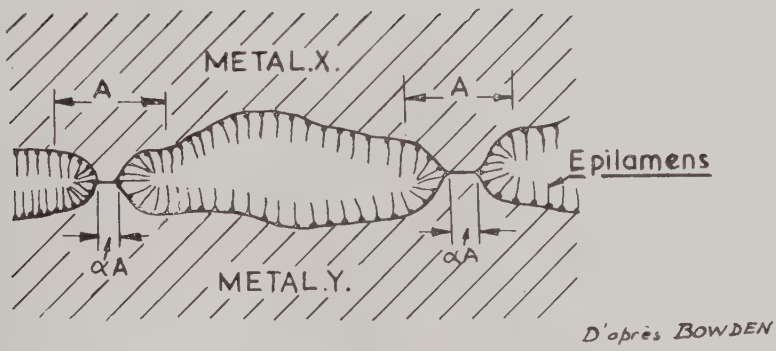



Fig. 3

Les additifs « d'extrême pression » (E. P. Lubricants) sont simplement des composés inorganiques : chlore, phosphore, plomb ou souffre, qui jouissent dans une certaine mesure des 3 propriétés que nous venons d'énoncer, et dont le point de fusion est suffisamment élevé pour jouer leur rôle de lubrifiant au-dessus de 450 °F qui est généralement considéré comme la limite supérieure pour les acides gras et graisses.

Judicieusement utilisés, ces additifs peuvent donc élargir le champ d'application de certains lubrifiants, ce qui explique leur vogue depuis quelques années.

**Méthodes de calcul.**

Ayant décrit, très sommairement, l'hypothèse du graissage onctueux, il nous faut maintenant considérer les bases théoriques qui permettent d'évaluer les dimensions à donner aux coussinets.

Les variables d'opérations de paliers peuvent se diviser comme suit :

a) Fonctionnelles : 1) Charge ou force à transmettre
2) Vitesse relative des surfaces

b) Auxiliaires : 1) Conditions ambiantes :
(i) Température
(ii) Humidité
iii) Agents extérieurs
2) Graissage :
(i) Propriétés du lubrifiant
(ii) Méthode d'application

c) Dérivées : 1) Surface de l'arbre :
(i) Composition
(ii) Fini
2) Surface du coussinet :
(i) Composition
(ii) Fini
3) Résistance de l'ensemble du palier.

Idéalement, il faudrait connaître parfaitement les variables fonctionnelles (a), contrôler les variables auxiliaires (b) et dessiner le palier par sélection rationnelle des variables dérivées (c). En pratique cela n'est guère possible car les variables réagissent l'une sur l'autre avec des effets secondaires non négligeables. On est donc obligé, comme point de départ, de fixer certaines variables et de ne pas tenir compte des effets de certaines autres.

Les constructeurs de moulins ont tendance à utiliser actuellement les proportions suivantes pour les rouleaux et les fusées d'axes :

$$d = \frac{D}{2} ; \quad D = \frac{L}{2} ; \quad d = \tfrac{3}{4}\ b ; \quad b = \frac{L}{3}$$

' L ' étant la longueur du rouleau, ' D ' son diamètre, ' b ' la longueur de la fusée d'axe et ' d ' son diamètre.

Or si nous calculons les dimensions théoriques d'un axe de moulin en tenant compte de la torsion et de la flexion simultanée par une équation appropriée — celle de Von MISES et HENCKY (1953) notamment — on obtient un résultat indiquant bien que les longueurs de fusées souvent utilisées, en pratique, sont inutilement généreuses, alors que le diamètre est tout juste suffisant. Nous donnons (Fig. 4) un graphique indiquant ces résultats pour le moulin de 36" x 72" considéré dans l'introduction.

Au point de vue graissage, le rapport $d = \frac{3}{4} b$ pour les coussinets est également discutable, car s'il diminue les pertes d'huile latérales, par contre, il rend le coussinet sensible aux flexions d'axe et aux légers défauts d'alignement. On peut donc penser qu'avec l'utilisation de plus en plus répandue de graisses, comme lubrifiants aux moulins, il y aurait intérêt à avoir des coussinets au diamètre égal à leur longueur, ou à peu près, sans cependant dépasser une charge unitaire de 1700 à 1800 p.s.i.g.

Le refroidissement des coussinets pose un problème intéressant, car la proportion de chaleur transmise par conduction *via* l'axe et par radiation à l'atmosphère n'est pas rigoureusement calculable, encore moins le cœfficient de frottement entre l'axe et le coussinet. Alors que Tromp (1937) penche pour un cœfficient de 0.12 à 0.15, Lehky (1937) préconise 0.067 et Varona (1938) 0.03. Ce dernier chiffre semble le plus en rapport avec la courbe expérimentale de Leloup (1954) pour le régime onctueux et nous pensons qu'on doit l'utiliser pour des paliers lisses *en bon état*, avec un *graissage adéquat*.

Pour le moulin de 36" x 72" considéré plus haut la production de chaleur par frottement s'élève à :

$$\frac{W}{2} \; 3.14 \; \frac{d}{12} \; \frac{N}{60} \; f$$

$$= \frac{500 \times 2240}{2} \times \frac{1.34 \times 18}{12} \times \frac{3}{60} \times 0.03$$

$$= 3940 \text{ ft. lbs. sec.}$$

$$= 5.05 \text{ BTU/sec. par coussinet.}$$

En tenant compte de la charge réduite du cylindre avant $\frac{1}{(20}$ de celle du cylindre de sortie) nous pouvons écrire pour les 6 coussinets :

$$4 \times 5.05 + 2 \times \frac{5.05}{20}$$

$$= 20.7 \text{ BTU/sec par moulin.}$$

On observe en pratique une élévation maxima de température de l'eau de refroidissement des paliers de l'ordre de 30°F - de 75/85°F à 105/115°F - Donc 1 livre d'eau absorbe ; 30 BTU ou 1 gallon : 300 BTU.

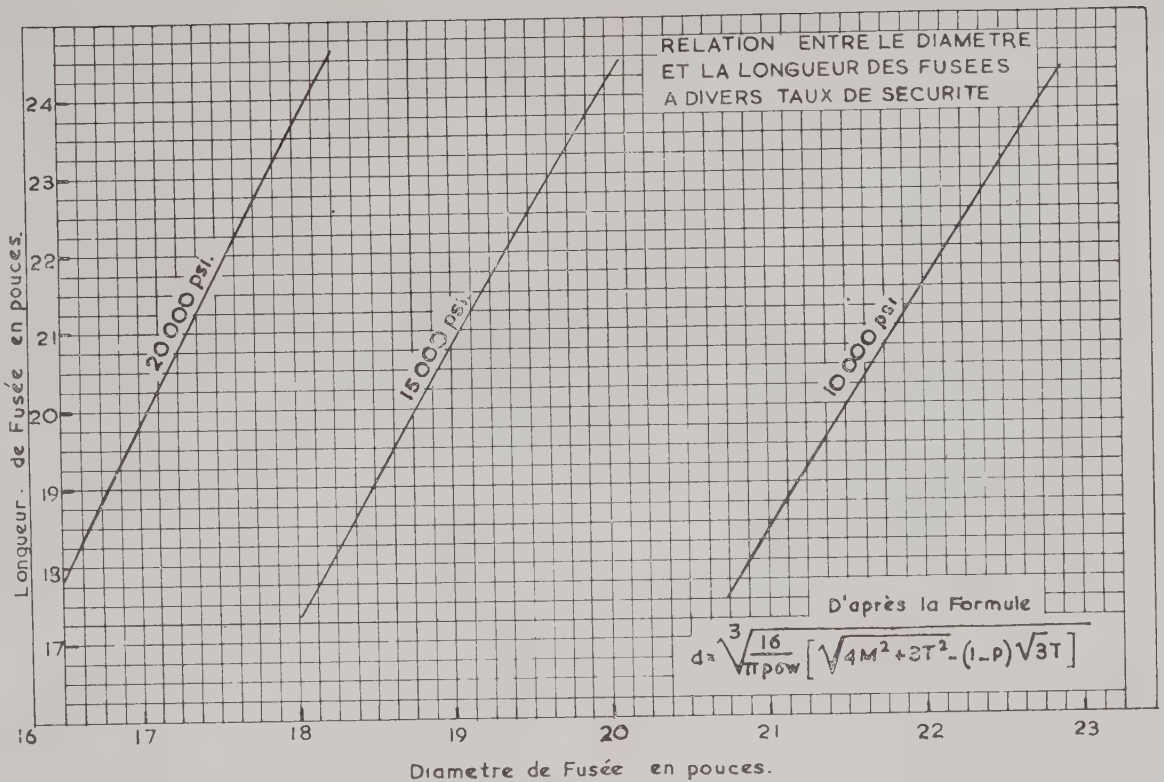

RELATION ENTRE LE DIAMETRE
ET LA LONGUEUR DES FUSEES
A DIVERS TAUX DE SECURITE
20 000 psi.
15 000 psi.
10 000 psi.
D'après la Formule
$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi p \sigma w}\left[\sqrt{4M^2+3T^2}-(1-p)\sqrt{3}T\right]}$
Longueur de Fusée en pouces.
Diametre de Fusée en pouces.
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Fig 4

La quantité minimum d'eau de refroidissement par moulin est donc de l'ordre de :

$$\frac{20.7 \times 3600}{300} = 248 \text{ gallons/heure, disons 250 gallons hr.}$$

Il est généralement plus prudent d'admettre une élévation de température de 15°F seulement, donc de prévoir 500 gal/hr.

Nous avons volontairement négligé les pertes de chaleur du coussinet par radiation et conduction car une évaluation sommaire démontre que leur ordre de grandeur est faible. Hanocq et Leloup (1954) ont proposé une formule pour la dissipation de la chaleur d'un palier en bout d'arbre, mais pour nos besoins on peut se contenter de la formule plus simple d'OZDAS et FORD :

$$Q = 7.0 \, A \, (\Theta_p - \Theta_a)^{1.27}$$

où $Q$ = la quantité de chaleur dissipée en kcal/heure.

$A$ = la surface externe du palier en $m^2$.

$\Theta_p$ = la température du palier en °C.

$\Theta_a$ = la température ambiante en °C.

Dans nos conditions : $A = 2110$ sq in. $= 1.36$ $m^2$

$\Theta_p = 38°C$

$\Theta_a = 30°C$

Donc $Q = 7 \times 1\,36 \times 8^{1.2} = 128$ kcal/hr $= 506$ BTU/hr. — c.a.d. 0.14 BTU sec., quantité négligeable par rapport à 5.05 BTU/sec. Notons en passant que dans le cas où l'imbibition se pratique à l'eau chaude, comme en Australie, il y a apport de chaleur *via* l'axe vers le coussinet et l'on doit en tenir compte pour établir la balance thermique des paliers.

Le jeu à prévoir entre l'arbre et le coussinet est généralement dicté par la déflection de l'arbre en charge maxima. Pour un cylindre à cannes le calcul de cette déflection ne peut s'obtenir facilement qu'avec l'aide de certaines hypothèses simplificatrices. On suppose que la chemise et l'axe se déforment suivant une même courbe et l'on obtient ainsi la charge équivalente, pour l'axe seul, que représente la charge normale pour l'ensemble du cylindre. On peut alors évaluer la déflection de l'axe aux fusées et cette déflection est de l'ordre de 0.005 pouce pour le moulin 36" x 72" considéré plus haut. Nous voyons donc que le jeu de un millième de pouce par pouce de diamètre généralement conseillé, soit 0.018" dans notre cas, est théoriquement fort. Nous pensons que la pratique l'a consacré parce que dans les cas d'élévation *momentanée* de température — léger manque d'huile, rupture du film — il empêche les bords du coussinet de se pincer sur la fusée et évite ainsi un grippage sérieux.

Par contre, il n'est pas recommandable de dépasser ce jeu de 1/1000" par pouce car il augmente les pertes latérales d'huile et diminue la capacité de charge du coussinet en régime hydrodynamique.

## RÉALISATIONS PRATIQUES

**Paliers à coussinets.**

Les paliers à coussinets, généralement appelés paliers « lisses », sont ceux employés le plus couramment dans les moulins à cannes. Ils sont soit tout en bronze soit en fonte d'acier avec seulement le coussinet en bronze, les premiers étant généralement employés pour les cylindres moteurs et les seconds pour les cylindres de côté.

Les figures 5 et 6 indiquent le type usuel de construction, avec des cloisonnements pour le passage de l'eau de refroidissement et les dimensions principales pour des coussinets de 18" x 24". Le danger d'écrasement du palier en compression n'est pas à craindre avec du bronze de bonne qualité mais les sections de métal doivent être substantielles pour éviter toute déformation ; surtout si des plaques de pression importantes ne sont pas prévues pour éviter l'effort localisé de la vis de réglage ou du fromage de pression hydraulique.

Les paliers sont guidés dans les chapelles par des rebords et des nervures et l'on prévoit un léger jeu pour ces rebords, de l'ordre de 1/32", pour accommoder une levée irrégulière. Le palier du cylindre moteur a généralement sur sa face, côté entrée, soit une plaque de glissement avec graissage (système MUNSON), soit des rouleaux (système FARREL), afin que la levée du cylindre s'opère sans contrainte.

La composition du bronze des coussinets varie légèrement d'un constructeur à l'autre, mais on peut recommander le mélange suivant qui donne d'excellents résultats : Cuivre 84% ; Etain 10%, Plomb 3% ; Zinc 3%. Alternativement, suivant qu'on préfère un métal plus dur ou plus mou, on utilisera les mélanges : Cuivre 89% ; Etain 10 % ; Zinc 1% ; *ou* Cuivre 84% ; Etain 8% ; Zinc 3 % ; Plomb 5% . La dureté Brinell peut varier de 60 à 100, avec 85 comme optimum.

Les cannelures de graissage les plus employées sont les rainures placées suivant une génératrice à 40 ou 45 en avant de la zone de pression maxima. Elles donnent généralement satisfaction et peuvent être recommandées sans réserve pour les coussinets en bon état. Pour les coussinets avec un jeu un peu fort et une surface douteuse, on peut leur préférer les rainures GARRETT (1944) qui ramènent l'huile vers la zone de haute pression.

L'essentiel est que le lubrifiant atteigne en film ininterrompu la zone de forte pression ; et un premier facteur de sécurité est l'utilisation d'une pression d'admission du lubrifiant suffisamment élevée — une pression de 400 psi nous semble un minimum.

Le type de lubrifiant à utiliser pour les coussinets de moulins fait toujours l'objet de vives discussions. C'est d'ailleurs un fait que dans les ateliers de broyages de sucreries de par le monde, on utilise plus de vingt grades différents de lubrifiants avec des viscosités variant de 1000 à 40,000 SSU. Cette variété est, d'après nous, possible parce qu'en régime onctueux la viscosité joue un rôle très secondaire. Aussi il semble plus important de s'assurer que le lubrifiants arrive bien à la zone de pression, plutôt que de trop s'attarder à ses propriétés visqueuses.

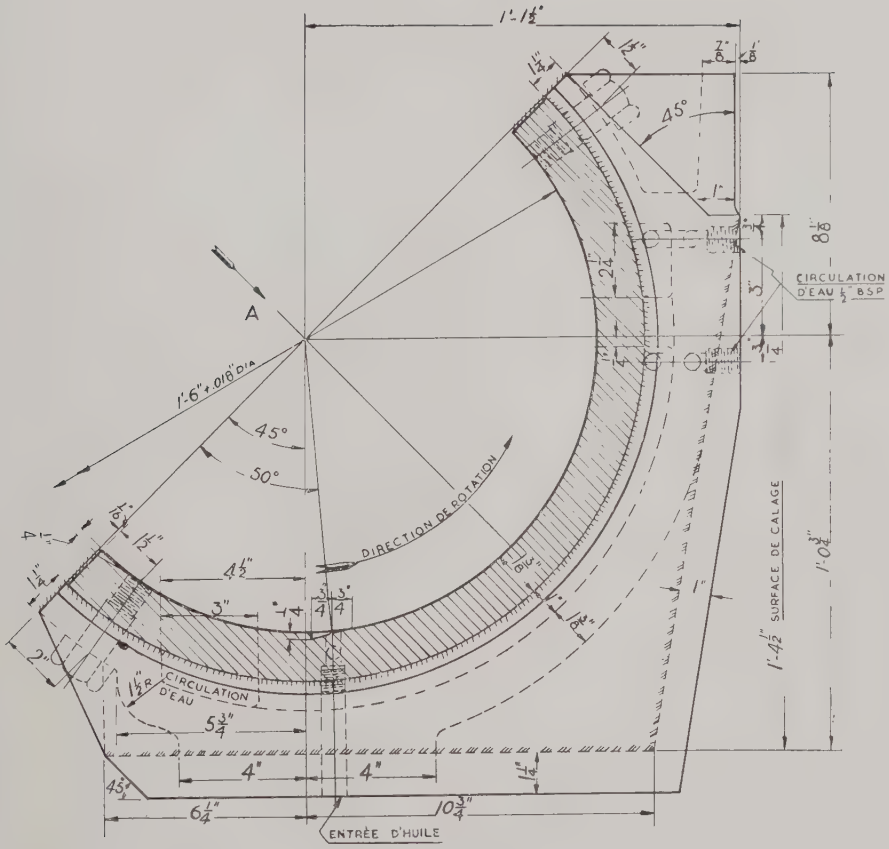



Fig. 5 Coussinet cylindre de côté

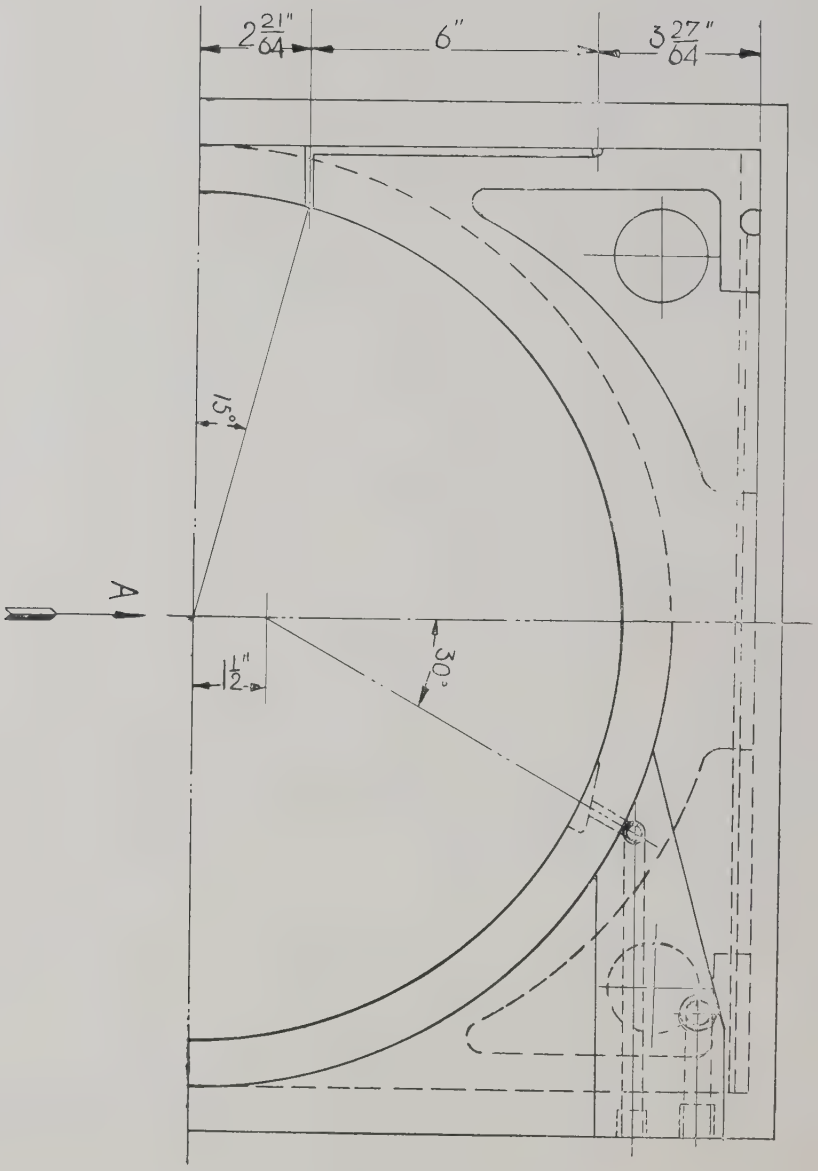
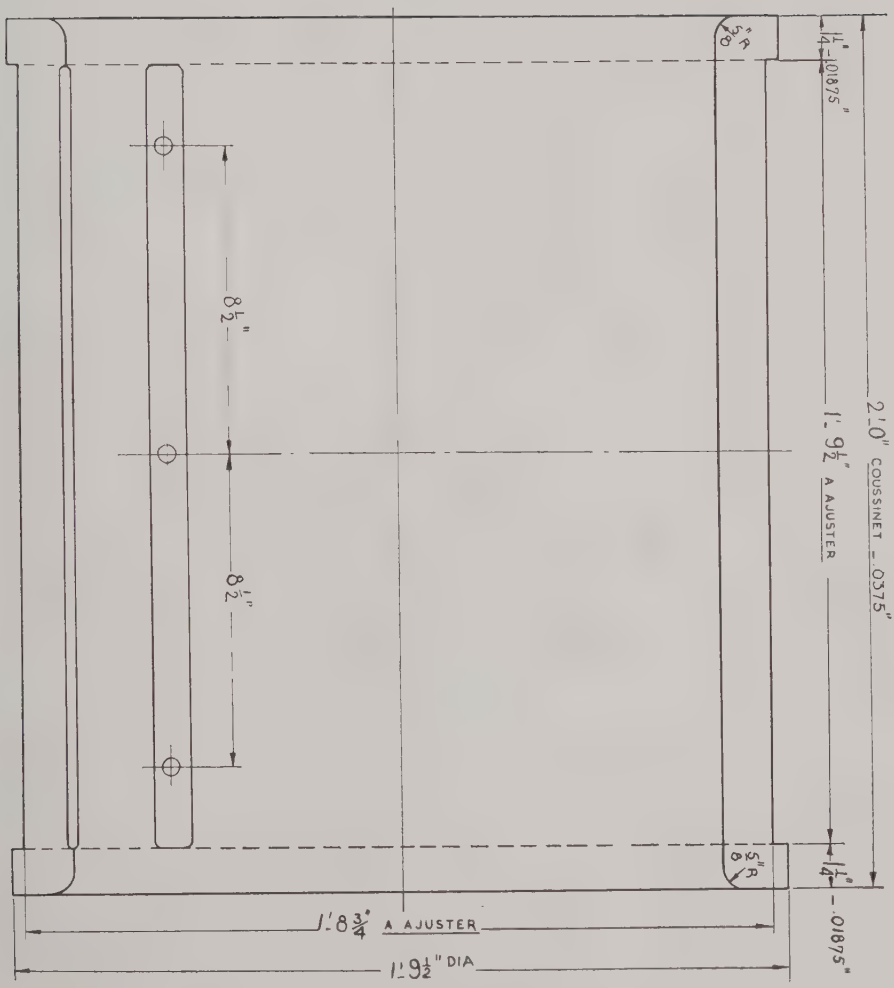



Fig 6 (A) Coussinet cylindre moteur




Vue Suivant la direction de la fleche A

Fig. 6 (B)

Nous donnons ci-après les spécifications sommaires d'une huile et d'une graisse ayant donné satisfaction dans de nombreux moulins. Si l'on dispose d'un graisseur adéquat notre préférence va à la graisse qui assure une nette économie sur l'huile.

| *Graisse* | *Huile* |
|---|---|
| Base : Calcique | Additif : Plomb |
| % Savon : 12.5 | % Savon : 7.5 |
| Point de goutte : 206°F | Viscosité SSU à 100°F : 17500 |
| Pénétration à 77°F : 317 non malaxée. | à 130°F : 4500 |
| Température max. d'utilisation : 175°F. | à 210°F : 410 |
| Type d'additifs Pb, S, Cl. | Index de viscosité : 80 |
| Valeur TIMKEN : OK 35 lbs. | Point de congélation : 50°F. |
| Classe N.L.G.I. : 1 | Densité API : 16.0/19.0. |
| Huile minérale incorporée ; Viscosité SSU à 100 F : 1092. à 210°F : 78. | Point d'Eclair : 490°F. C. O. C. |
| | Valeur TIMKEN : OK 30 lbs maximum. |

La consommation de lubrifiant varie dans une large mesure suivant les conditions d'utilisation, et les constructeurs de moulins prévoient, pour les coussinets de 18" x 24", un doseur d'une capacité maxima de 1/2 once de lubrifiant toutes les 6 minutes par coussinet, soit 2/3 once par heure par pied carré de surface de coussinet

En pratique on peut réduire largement ces quantités et l'on compte — avec une bonne marge de sécurité — pour un moulin de 36" x 72" avec 6 coussinets de 18" x 24" : 5 à 7 lbs de lubrifiant par 24 heures. Donc la consommation d'un train de moulins à 15 cylindres devrait être de l'ordre de 25 à 35 lbs par 24 heures approximativement. Ces chiffres s'appliquent pour le graissage à l'huile ; avec de la graisse on peut escompter une économie de 30%, soit une consommation de 17 à 25 lbs par 24 heures. On retiendra donc comme chiffre limite pour le graissage : 1/8 once par heure par pied carré de surface de coussinet.

Il est nécessaire de mentionner ici l'utilisation à Java et en Egypte de coussinets en antifriction au lieu de bronze. L'avantage de l'antifriction est un cœfficient de frottement réduit et de bonnes qualités de conformabilité, et de résistance à l'usure et au grippage. Par contre, la résistance mécanique est faible et le point de fusion très bas. Ces coussinets fondent donc sans avertissement, au moindre manque d'eau, ce qui explique probablement leur usage peu répandu. Avec les dispositifs de sécurité dont on dispose aujourd'hui pour contrôler la température aux coussinets, il semble que la question devrait être reprise, car elle en vaut la peine. De plus il serait désirable de faire des essais comparatifs avec des composés récents comme le TEFLON (polytetrafluozéthylène), le CELORON (tissu de coton imprégné de résine synthétique) et peut-être même des métaux traités au bisulfure de molybdène.

**Paliers à rouleaux.**

On a construit durant le dernier quart de siècle, principalement pour les sucreries indiennes et sud-américaines, un nombre restreint de petits moulins à cannes avec des paliers à rouleaux ; et il semblerait que le résultat obtenu ait été satisfaisant.

Le facteur ayant limité ce développement était la nécessité d'utiliser une chapelle triangulaire spéciale, car la chapelle Rousselot ne pouvait accommoder les paliers à roulements dont l'encombrement diamétral était plus fort que celui des paliers lisses. Or la chapelle triangulaire était brevetée par SQUIER et il fut donc nécessaire, pour les constructeurs éventuels, d'attendre l'expiration de ce brevet.

Depuis 1950 environ, deux firmes allemandes utilisent cette solution pour leurs moulins, avec des roulements SKF, et elles ont obtenu quelques commandes allant jusqu'à des moulins de 35" x 63". (Gutehoffnungshutte, 1954, Pihl, 1954 Tromp, 1954).

On peut, de façon sommaire, indiquer les avantages et les inconvénients de ce type de palier comme suit :

*Avantages :* a) Réduction du cœfficient de frottement, probablement de l'ordre de 0.03 à 0.003, ce qui revient à une réduction de 15% approximativement sur la puissance requise par un moulin avec des paliers lisses.
b) Elimination, en grande partie, du graissage ; et complètement de l'eau de refroidissement.
c) Elimination de l'usure aux fusées.
d) Accommodement de légers faux alignements.

*Inconvénients :* a) Nécessité de chapelles triangulaires.
b) Nécessité de protection spéciale contre le jus.
c) Difficulté de mise en place du côté couronnes.
d) Prix relativement élevé pour des moulins de 30" x 60" et au dessus.

Les types de roulements utilisés par les constructeurs allemands sont des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux. L'extraction et la mise en place des roulements se fait par pression d'huile *via* une canalisation aménagée dans l'axe. C'est une méthode rapide et commode, sauf toutefois du côte couronnes.

On détermine les proportions du roulement par la formule de PALMGREN (1945) qui donne une sécurité à 90% pour un million de révolutions. La formule est du type :

$$Wr = CZ^{2/3} ndl \cos\alpha .$$

ou Wr est la capacité dynamique spécifique du palier en livres,

C une constante dépendant du type de roulement,

Z le nombre de rouleaux par rangée.

n le nombre de rangées,

d le diamètre des rouleaux en pouces,

l la longueur des rouleaux en pouces,

$\alpha$ l'angle de contact.

En pratique il faut tenir compte du fait que les coussinets de moulins doivent pouvoir durer au moins dix campagnes soit environ 25,000 heures et que les charges sont sujettes à de fréquentes variations. On écrira donc, en première approximation, pour tenir compte de ces conditions :

$$W = 3{,}600\ Z^{2/3}\ ndl \cos\alpha .$$

Pour fixer les idées précisons qu'un roulement à rouleaux pouvant supporter 125 tonnes, dans les conditions que l'on vient d'énoncer, mesure environ 25" de diamètre hors tout, par 15" d'alésage par 7½" de large.

Le cœfficient de frottement de ce genre de palier est donné par Palmgren comme 0.0018 ; mais le joint d'étanchéité qu'il est indispensable d'incorporer au palier, à cause des entrées possibles de jus, augmente ce cœfficient. Aussi est-il prudent, en pratique d'utiliser le chiffre 0.003.

## Utilisation

**Systèmes de graissage.**

Il existe deux procédés de base :

a) à lubrifiant perdu.

b) à lubrifiant recyclé.

Chacun des deux procédés, suivant la méthode d'appoint d'huile de graissage peut être classé en :

a) Procédé manuel — Appoint périodique à la main.

b) Procédé semi-automatique — Appoint manuel espacé et forte réserve de lubrifiant.

c) Procédé automatique — Appoint mécanique

Pour les coussinets de moulins, seuls les procédés automatiques sont aujourd'hui recommandés et généralement à lubrifiant perdu. Un fabricant britannique construit des coussinets pour lubrifiant recyclé, mais cette méthode ne semble pas s'être imposée.

Nous nous contenterons donc de considérer 1) les graisseurs mécaniques, 2) les systèmes centralisés sous pression.

**Graisseurs mécaniques.**

Le type de graisseur mécanique employé en sucrerie est en général le modèle à pompes multiples, soit un graisseur à 6 pompes par moulin.

Le graisseur est normalement actionné par un des axes du moulin avec un mouvement à chaîne. Il faut préférer le type de graisseur où les pompes sont verticales, en ligne, et démontables individuellement, plutôt que les pompes alignées en avant du graisseur — ce qui implique la vidange complète en cas de remplacement d'une pompe, ou encore les pompes démontables en bloc ce qui force à enlever toutes les pompes souvent pour n'en réparer qu'une.

Il est recommandé de vérifier le système de distribution à l'admission et au refoulement des pompes, généralement par clapets automatiques. Egalement, le contrôle de débit d'huile qui s'opère le plus souvent par goutte ascendante. Avec les huiles très denses, en plus du fil métallique servant de guide à la goutte d'huile, il est souvent avantageux d'augmenter la densité de l'eau du compte-gouttes par dissolution de borate de soude, ce qui présente en outre l'avantage d'éviter l'adhérence de l'huile au verre. On peut alternativement utiliser un mélange de 40% glycerine, 60% eau par volume, la densité du mélange étant de l'ordre de 1.15.

La pression maxima permissible pour les graisseurs mécaniques courants est d'environ 500 p.s.i.g., la résistance du verre du compte-gouttes étant le facteur limite. Ces graisseurs ne sont pas adaptés pour utiliser de la graisse et des huiles très visqueuses.

Le débit maxima par pompe, est généralement de 0,1 cc. par coup de piston, soit 4 onces par heure à la vitesse normale d'utilisation — 20 RPM.

**Systèmes centralisés sous pression.**

Deux conceptions sont en présence : l'une où les distributeurs doseurs sont branchés en parallèle entre les deux canalisations ou collecteurs principaux (FARVAL, TECALEMIT, MARTIN), l'autre où les distributeurs doseurs sont en série, soit sur un double collecteur (TANWAY), soit sur un collecteur simple (TRABON).

Dans le système en série, chaque doseur est *dans* le circuit principal et ne peut fonctionner que quand tous les doseurs en amont ont délivré leur quota de lubrifiant. Le contrôle découle donc du fonctionnement en cascade. Dans les systèmes en parallèle chaque doseur est *en dérivation* sur le circuit principal et le contrôle du fonctionnement s'opère en surveillant la tige de piston de chaque doseur.

Chaque système a ses avantages et ses inconvénients. Par exemple dans le système en parallèle un doseur marchant mal peut être rapidement localisé par sa tige témoin, ce qui est impossible dans le système en série. Par contre dans ce dernier système, le piston de chaque doseur doit effectuer une course complète pour que le système puisse fonctionner, ce qui est une sécurité pour le dosage constant à chaque palier.

En sucrerie il semble que le système ayant rencontré le plus de faveur pour les moulins soit celui en parallèle avec double canalisation. L'installation est relativement simple, très robuste et peut utiliser indifféremment de l'huile ou de la graisse. Plus de deux cents de ces installations fonctionnent actuellement sur des trains de moulins, principalement aux Indes Occidentales et en Amérique.

L'installation comprend un poste central de pompage, deux canalisations principales et un doseur individuel pour chaque palier. Les canalisations alimentant les doseurs forment un circuit complet en boucle et retournent à la pompe via une valve à quatre positions servant d'inverseur et de contrôle. La pression du lubrifiant en fin de boucle sur l'une des deux canalisations principales inverse automatiquement la valve de contrôle pour diriger le lubrifiant sous pression sur l'autre canalisation. La fréquence des opérations est contrôlée par une minuterie électrique réglable qui démarre la pompe. Le mouvement de la valve inverseuse arrête automatiquement la pompe quand le cycle de graissage est terminé.

Le système opère généralement à une pression de 600 p.s.i.g. et peut sans danger aller jusqu'à 1200 p.s i.g., une soupape de sûreté opérant à 1800 p.s.i.g. étant incorporée au circuit. Les doseurs ont une capacité variant de 0.10 à 0.475 once par coup de piston et le cycle de graissage peut varier de 3 minutes à 8 heures.

**Echauffement et usure.**

Un palier s'échauffe quand la quantité de chaleur produite par le frottement dépasse la quantité que peut évacuer l'eau de refroidissement. Un manque d'eau entraîne donc automatiquement un échauffement, mais toute autre cause pouvant augmenter indûment le coefficient de frottement aura le même effet

Les causes les plus fréquentes sont, dans l'ordre décroissant :

a) Coussinet portant mal
b) Période insuffisante de rodage
c) Manque de lubrifiant dans la zone de forte pression, du fait :

1) d'un graisseur inefficient
2) d'une canalisation obstruée
3) d'une entrée importante de jus lavant le lubrifiant ou de tout corps étranger
4) d'un mauvais grade de lubrifiant
5) d'une pression hydraulique exagérée
6) d'une flexion importante de l'axe ou du coussinet causant une surcharge localisée.

En fait les coussinets donnent des ennuis surtout au début de leur carrière et c'est alors qu'il faut leur apporter le plus d'attention. L'usinage normal est généralement de l'ordre du millième de pouce et l'on a tout intérêt à polir la surface de l'axe et du coussinet jusqu'au dix millième de pouce. On prendra soin également de bien faire porter le coussinet sur un secteur d'au moins 50° de chaque côté du point de pression maxima.

Le rodage doit se faire très progressivement ; si possible sans charge pendant une ou deux heures, puis avec une charge très réduite pendant 24 heures, et une charge en dessous de la moyenne pendant 24 heures encore. La charge normale ne doit être admise qu'après plusieurs paliers progressifs

Il est supposé exister de nombreux remèdes pour empêcher un palier de chauffer : fleur de souffre, plombagine, mercure et bien d'autres. En fait le seul remède est de remonter à la cause et de l'éliminer. Cela demande généralement de la patience et de l'ingéniosité, mais il n'existe pas de solution facile.

Dans le cas d'un grippage accidentel où l'axe et le coussinet sont légèrement rayés, on peut quelquefois s'en sortir en utilisant du bisulfure de molybdène. Mais pour tout grippage plus sérieux il faut savoir accepter la seule méthode, lente mais sure, à savoir : polissage, portée, rodage.

L'usure est un phénomène que l'on associe instinctivement à l'échauffement du palier. Or il faut distinguer entre l'échauffement qui est proportionnel au frottement et l'usure qui n'est pas directement proportionnelle au frottement. En fait, deux coussinets peuvent avoir des cœfficients de frottement ayant un rapport de 2:1, pendant que l'usure de ces coussinets est dans un rapport de 1000:1. On voit donc que l'usure peut être relativement rapide alors qu'aucun signe extérieur, comme l'échauffement, ne vient nous en avertir.

Il est donc important de veiller aux facteurs pouvant causer une détérioration rapide — à savoir :

a) apport de lubrifiant imparfait ou insuffisant
b) entrée de jus, de corps étrangers, etc. .
c) déformation causant une surcharge localisée.

En général on devrait pouvoir utiliser un coussinet pendant au moins 10 campagnes (25000 heures de roulaison). Nous connaissons un cas où après 28 campagnes (70000 heures) un train de moulins avec des axes de 16" x 20" n'accuse une usure moyenne que de 1/32" sur ses fusées. Certaines fusées n'ont pas 1/64" d'usure et tous les coussinets sont encore ceux d'origine. On voit donc que l'usure peut être très réduite si le matériel est bien utilisé et entretenu

L'attaque des fusées par le jus acide est un facteur d'usure très important et l'on ne saurait trop recommander l'utilisation de gardes adéquates et de couvertures de palier.

Notons, en passant, que pour remédier à des défectuosités bien localisées et de faible importance, comme par exemple pour combler une rainure inutile, on utilise généralement du régule pouvant résister à la compression et de composition suivante :

Etain 80% ; Antimoine 12% ; Cuivre 6% ; Plomb 2% .

La soudure électrique ne doit être utilisée qu'avec beaucoup de précautions car toute surchauffe localisée pourrait entrainer de graves déformations du coussinet.

**Dispositifs de sécurité**

Il existe deux types de dispositifs de sécurité pour avertir de toute température anormale aux paliers de moulins.

Le système généralement employé, depuis quelques années, comprend six thermomètres enregistreurs, dont les thermocouples sont placés, trois par chapelles, à la sortie des eaux de refroidissement de chaque coussinet. Les enregistreurs sont groupés sur un tableau central et dès que la température de l'eau dépasse une certaine limite, que l'utilisateur peut varier dans une certaine mesure, un circuit électrique approprié éclaire un voyant rouge et actionne un klaxon. Ce système est simple mais il manque quelquefois de sensibilité et dans certains cas le coussinet a déjà souffert avant que l'élévation de température de l'eau ne soit suffisante pour déclencher l'avertisseur.

Il semble donc qu'on doive lui préférer le système avec "thermistors". Un "thermistor" est un élément en alliage spécial dont la résistance électrique varie largement avec la température On peut placer le thermistor dans le métal même du coussinet dans la zone de haute pression Toute élévation anormale de température résultera en un abaissement de résistance électrique qui actionnera un circuit approprié et déclenchera un avertisseur et/ou une lampe témoin (BATES, 1955).

## 5. REFERENCES

## BIBLIOGRAPHIQUES


AMONTONS, G. (1699) : Mémoires de Mathématiques et de Physique de l'Académie Royale des Sciences — Paris.

BARWELL, F. T. (1956) : Lubrication of Bearings — London.

BASSETT, H. N. (1937) : Bearing Metals and Alloys — London.

BATES, S. (1955) : Bearing Temperature Control — Scient. Lubrication. 7, 4, 18.

BLACK, J. S. (1954) : Lubrication of Crushers and Mill Rollers — Proc. Philippines Sugar Tech. Con. (1954) 276.

BOSWALL, R. O. (1928) : The Theory of Film Lubrication — London.

BOWDEN, F. P & D. TABOR (1950) : The Friction and Lubrication of Solids— London.

CALIFORNIA TEXAS OIL CO. (1955) : Industrial Bearing Lubrication — "Lubrication" 10, 4, 37.

CAMPBELL, D. B. (1941) : Oil Grooving of Mill Brasses — Inter. Sugar J., 43, 16.

CAZAUD, R. (1954) : Le frottement et l'usure des métaux — Paris.

CONANGLA, A. (1937) : Roller Bearings for Cane Mills — Inter. Sugar J., 39, 141.

COULOMB, C. A. (1735) : Mémoires de Mathématiques et Physique de l'Académie Royale des Sciences— Paris,

DAVID BROWN FOUNDRIES CO. (1951) : Bronze Castings — Publication F. 101.4.

FARVAL CORPORATION (1952) : Centralized Lubrication of Sugar Mills, Ohio, (Catalogue).

FULLER, D. D. (1956) : Theory and Practice of Lubrication for Engineers — London.

GAY, F. E. (1951) : Centralized Lubrication in Mill Rolls — Inter. Sugar J., 53, 343

GEMANT, A. (1950) : Frictional Phenomena — New-York.

GIRAUD, H. (1954) : Protection des Coussinets — Revue Agricole de Maurice, 33, 183.

GROFF, J. (1951) : L'ABC du Graissage — Institut Français du Pétrole.

GUTEHOFFNUNGSHUTTE (1954) : The New GHH sugar cane mill — Dusseldorf, (Catalogue).

HARDY, Sir W. B. (1936) : Collected Works. Cambridge University Press.

HERSEY, M. D. (1938) : Theory of Lubrication — New-York.

HUGOT, E. (1950) : La Sucrerie de Cannes — Paris.

LEKHY (1937) : Driving Power for Cane Crushing Mills — Inter. Sugar J., 39, 140.

LELOUP, L. (1954) : Etude de la lubrification et calcul des paliers — Paris.

MACCLENNAN, J. K. (1956) : Sugar Factory Lubrication — 9th Congress, ISOCATE.

MARTINET, P. (1951) : Technique du Graissage — Paris.

MILNER, G. (1951) : Sugar Factory Lubrication — Jamaican Assoc. Sugar Tech. J., 15, 53.

MITCHELL, A. G. M. (1950) : Lubrication — London.

MURRAY, A. S. (1950) : Improvement in Sugar Mills with Roller Bearings — 7th Congress ISOCATE, 718.

PALMGREN, A. (1945) : Ball and Roller Bearing Engineering, SKF, Philadelphia.

PIHL, G. T. (1954) : Roller Bearings in Cane Mills — Proc. Queensland Soc. Sugar Cane Tech., 241.

REYNOLDS, O. (1901) : Scientific Papers, Vol. 11 1881-1900 — London.

SCHNURMANN, R. (1940) : Mechanism of Static Friction—J. Applied Phys. 11, 624.

SHAW, F. C. & E. F. MACKS (1949) : Analysis and Lubrication of Bearings — New-York.

SLAYMAKER, R. R. (1949) : Bearing Lubrication Analysis — New-York.
SOCONY VACUUM OIL Co. (1944) : Sugar Mill Roll Bearings and their Lubrication — New-York.
STRIBECK, R. (1907) : Ball Bearings for Various Loads.-Trans. Am. Soc. Mech. Engrs., 29, 420.
SWIFT, H. W. (1935) : Hydrodynamics principles of Journal Bearings Design — Proc. Inst. Mech. Engrs., 129, 399.
TECALEMIT (1954) : Modern Methods of Lubrication — Plymouth, (Catalogue).
TOMLINSON, G. A. (1929) : A Molecular Theory of Friction — Phil. Mag. 7, 905.
TOWER, B. (1883) : Reports on Friction Experiments — Proc-Inst. Mech. Engrs., 34 (1883) 632 & 36 (1885) 58.
TROMP, L. A. (1937) : Machinery and Equipment of the Cane Sugar Factory — London.
TROMP, L. A. (1954) : Roller Bearings in the Cane Sugar Industry — Inter. Sugar J., 56, 66.
VARONA, M. C. (1938) : Distribution and Consumption of Power in the Cane Mill. Inter. Sugar J., 40, 427.
VINCI, LEONARDO DI (1933) : Notebooks — Translated by E. MacCurdy — London.
WEVERS, H. (1954) : Friction Loss in Mill Bearings — Inter. Sugar J., 56, 163.
A, S. M. E. HANDBOOK (1953) : Metal Engineering Design — New York.

## SUMMARY

*Mill Bearings*

After stressing the necessity for a revision of empirical methods of mill bearings calculation in the light of recent developments, the author gives data showing that a mill bearing works generally under conditions of boundary lubrication. A brief history of lubrication is covered and typical mill bearings compositions are given. Roller bearings for cane mills are mentioned.

Different methods for cane mill lubrication are compared, causes of abnormal heating up of bearings are reviewed and two methods of controlling temperature are discussed.

# LE TRAVAIL DU SHREDDER

par

JEAN RAFFRAY

*Directeur d'usine, Mon-Loisir S. E.*

La préparation de la canne dans le but de faciliter l'extraction du jus aux moulins a été depuis plus d'un siècle, l'objet de nombreuses inventions. En effet, dès 1850, Curtis faisait breveter un appareil de son invention qui se composait d'une sorte d'enclume sur laquelle la canne subissait le choc de nombreux marteaux avant son entrée aux moulins. Par la suite, d'autres inventions virent le jour, et il est intéressant de noter que dès cette époque, l'Ile Maurice contribuait au progrès dans ce domaine, puisqu'en 1877, Bonnefin obtenait le brevet No. 1185 pour son appareil qui se composait d'un jeu de scies pouvant sectionner la canne dans le sens de la longueur.

De tous les appareils de préparation de la canne, les plus intéressants à retenir sont, sans aucun doute, les shredders, dont les types suivants ont été proposés à l'industrie sucrière :

1. *Le Shredder à disques ou National Shreddrer* (Fig. 1)

Ce shredder se compose de deux cylindres superposés à 45°, sur lesquels sont montés des disques en forme de V portant des dents sur toutes la circonférence. Les deux cylindres s'emboîtent l'un dans l'autre et tournent à des vitesses différentes ; le cylindre inférieur tourne à 500 t/m, deux fois plus vite que le cylindre supérieur. C'est cette vitesse différentielle qui provoque le défibrage de la canne.

Ce shredder qui a eu quelques partisans n'est guère utilisé de nos jours parce que trop fragile.

2. *Le Shredder Morgan* (Fig. 2)

Ce shredder, du nom de son inventeur William Henry Morgan, se compose d'un rotor comme celui d'une pompe centrifuge, qui coupe la canne alimentée radialement et la projette sur la périphérie où elle est défibrée en passant entre des lames d'acier.

Ce shredder n'a pas eu de succès en raison de la fragilité de ses organes et a pratiquement disparu des usines.

3. *Le Shredder Maxwell* (Fig. 3)

Du nom de son inventeur, Dr. Francis Maxwell, ce shredder se compose d'un cylindre en acier coincé sur un axe, et porte à sa surface environ 440 dents en acier de forme spéciale ayant trois côtés tranchants. La vitesse de rotation est de 400 à 600 t/m et la puissance absorbée de .5 à 1 c.v. par t.c.h.

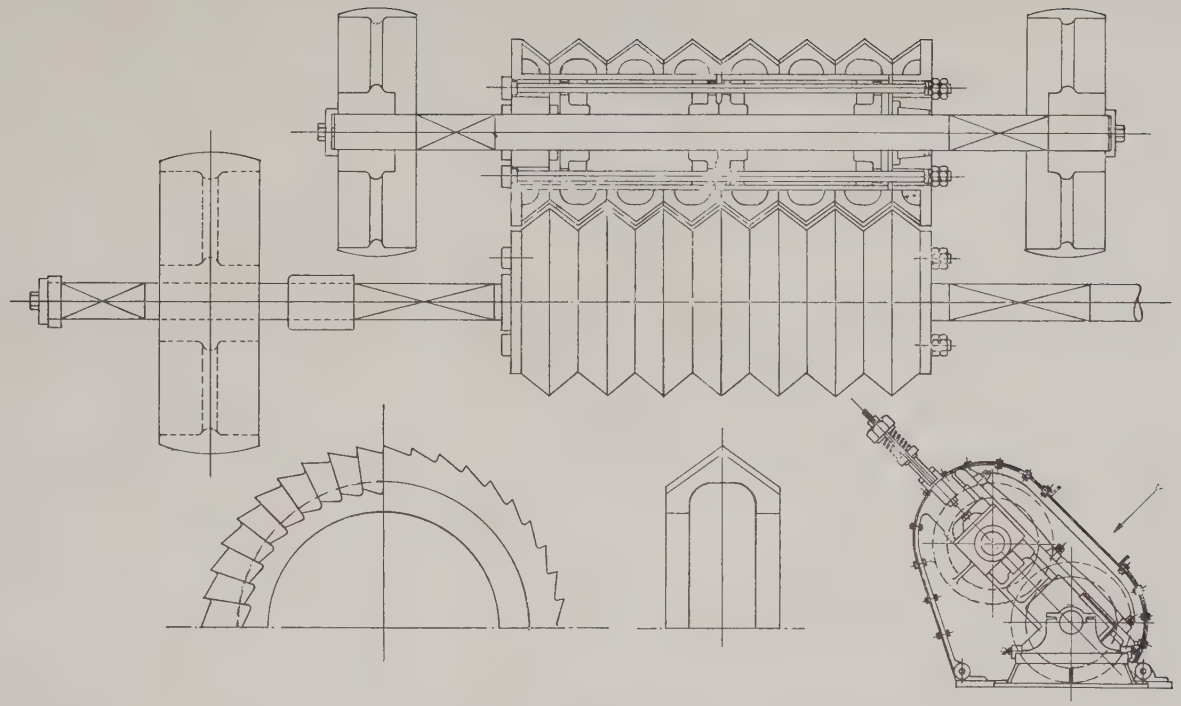


Fig. 1. Shredder à Disques

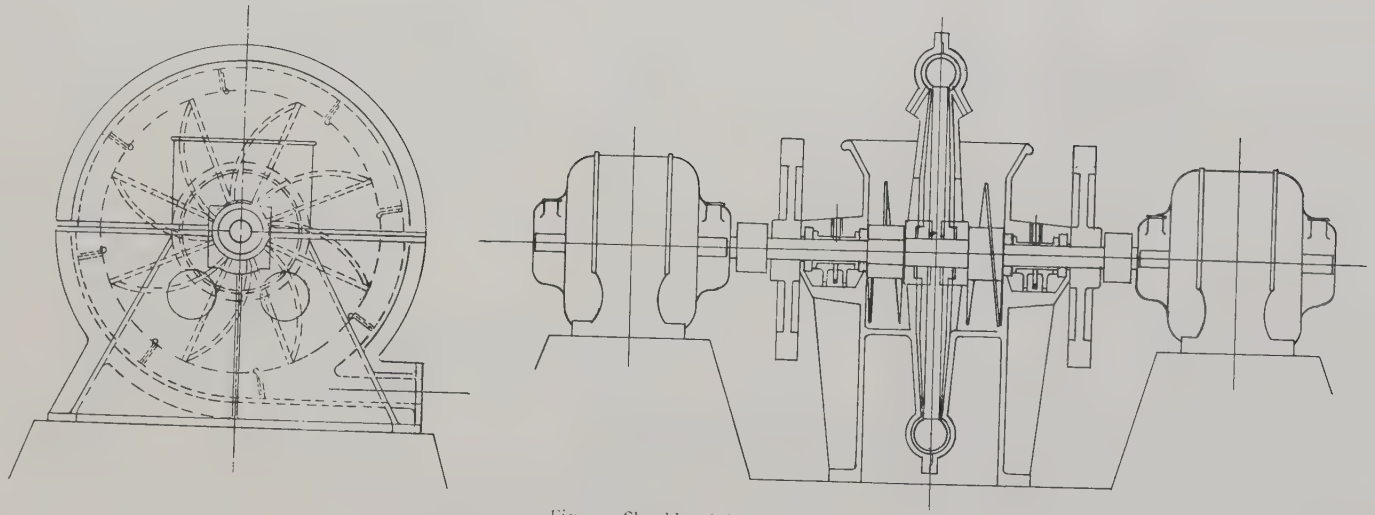


Fig. 2 Shredder "Morgan"

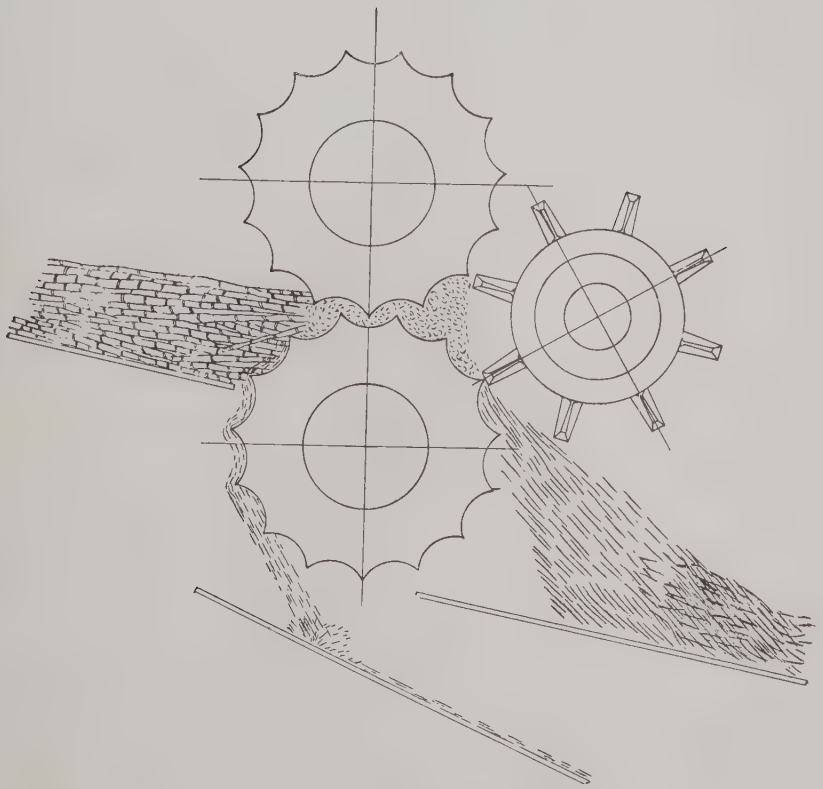


Fig. 3. "Shredder" Maxwell"

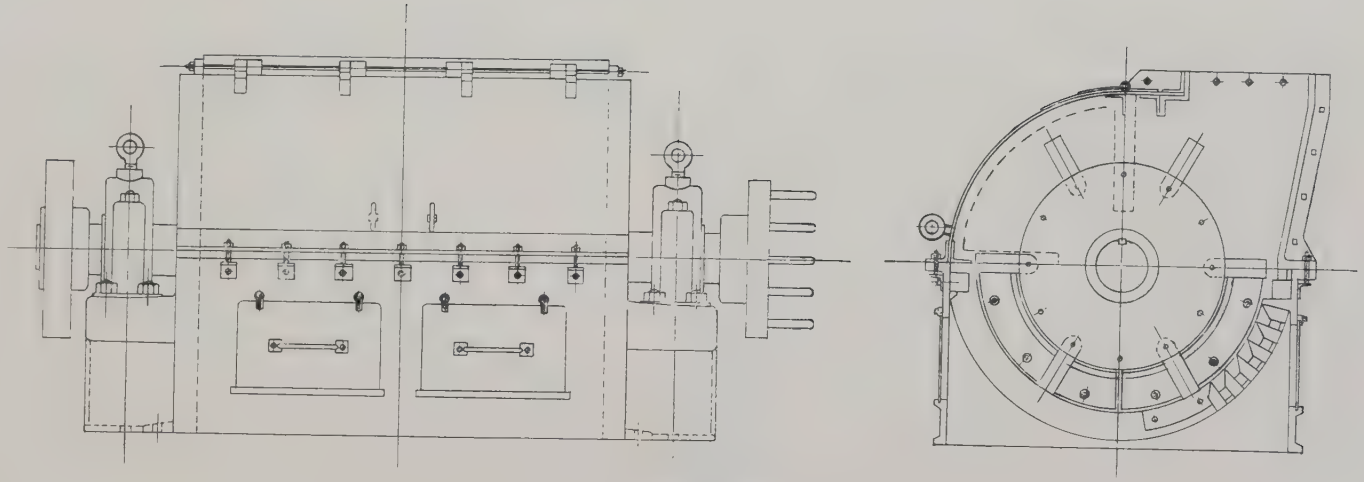


Fig. 1. Shredder "Searby"

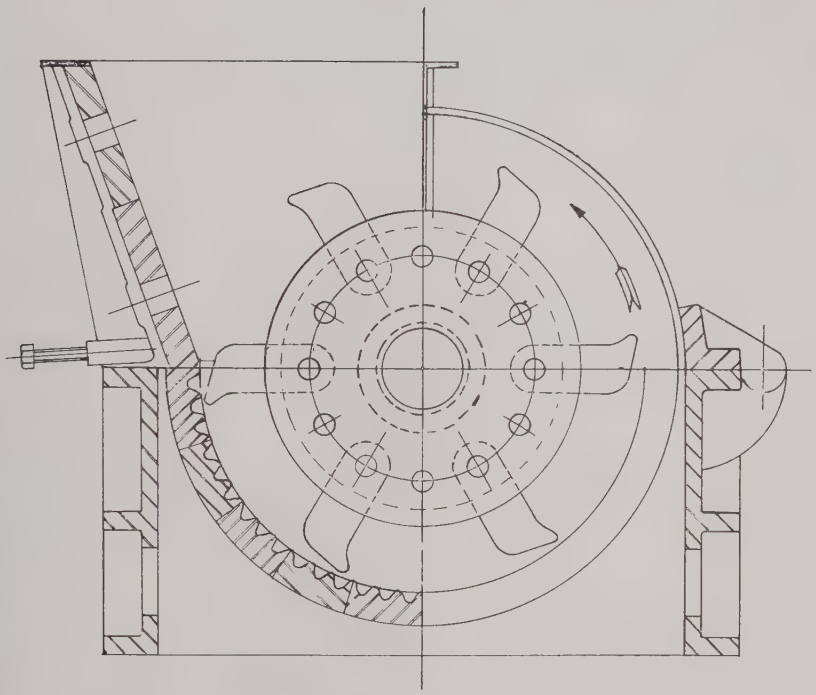


Fig. 5. Shredder "Gruendler"

Le shredder se place soit contre le cylindre arrière du premier moulin soit contre le cylindre inférieur du défibreur ; c'est cette dernière combinaison qui est généralement adoptée. Les dents passent à peu de distance de la surface du crusher d'où sort la canne qui est peignée et a l'aspect de la fibre d'aloès.

4. *Le Shredder Searby* (Fig. 4)

Inventé par William Searby, ce shredder a été utilisé pour la première fois à l'usine de Puunene, Hawaï, et depuis s'est répandu dans la plupart des pays sucriers, notamment Java, Natal, Formose et Queensland. Il se compose d'un rotor sur lequel sont montés des marteaux pivotant autour d'un axe. L'extrémité des marteaux passe à une faible distance d'une série de barres de choc entre lesquelles la canne entraînée par les marteaux, sort broyée. Le rotor tourne à 1200 t/m et la puissance absorbée est de 2 à 3 c.v. par t.c.h.

Le shredder Searby se place soit en tête de la batterie soit entre le crusher et le premier moulin.

5. *Le Shredder Gruendler* (Fig. 5.)

C'est celui qui fait l'objet de cette communication. Il a été utilisé pour la première fois à Maurice l'année dernière, à l'usine de Mon Loisir où plusieurs d'entre vous ont eu l'occasion de le voir travailler. Il est fabriqué par la firme américaine Gruendler & Pulverizer Company, St. Louis, dont les shredders ont broyé en 1957, plus de 20 millions de tonnes de cannes dans le monde.

De construction très robuste, ce broyeur se compose d'un rotor formé de disques que traversent douze axes dont six portent chacun 13 marteaux en acier pouvant pivoter librement. Chaque marteau a 1 3/8" d'épaisseur, 4 1/2" de largeur et 12" de longueur et pèse 18 1/2 livres. L'extrémité du marteau est chargé d'un métal très dur et résistant. Lorsque le rotor tourne, les marteaux sous l'effet de la force centrifuge, occupent une position radiale et passent à quelques millimètres d'une enclume en acier dont le profil est en dents de scie. Tout le système est protégé par une coque en acier moulé de forme spéciale qui rend le shredder « inengorgeable ». Entraînées par les marteaux, les cannes sortent littéralement désintégrées à l'extrémité de l'enclume. L'arbre du rotor tourne sur deux roulements à rouleaux hermétiquement fermés et lubrifiés mécaniquement par deux pompes électriques. Un réservoir d'huile de 25 gallons équipé d'un réfrigérant assure le refroidissement du lubrifiant en circulation.

Le rotor qui tourne à 1000 t/m est accouplé à un réducteur de vitesse qu'entraîne une turbine à vapeur à haute pression tournant à 450 t/m. Le broyage se fait donc à la cadence de 78,000 coups de marteaux à la minute. De ce fait pratiquement toutes les cellules des cannes sont brisées et prêtes à libérer leur jus sous l'effet de la moindre pression. Il est intéressant d'observer qu'aucune extraction de jus ne se produit au shredder quoiqu'une légère pression des mains appliquée à la canne shreddée suffit pour en extraire le jus. C'est un fait que plusieurs d'entre vous ont pu constater.

L'installation d'un shredder rend possible la suppression du crusher. Celui-ci exerce deux fonctions simultanées : il broie la canne et en extrait le jus.

D'autre part il ne peut broyer la canne comme un shredder et ne peut non plus extraire le jus comme un moulin. Donc en installant un shredder et en transformant le crusher en un moulin l'efficience d'un tandem est automatiquement porté à un plus haut degré.

Les résultats obtenus à Mon Loisir ont éte satisfaisants comme le montre le tableau suivant :

| | 1956<br>2 C. C. + un crusher à trois rouleaux + 4 moulins | 1957<br>Un C. C. + un shredder Gruendler + un crusher + 4 Moulins |
|---|---|---|
| Fibre % cannes... ... ... ... | 11.90 | 12.16 |
| Sucre % bagasse ... ... ... | 2.36 | 2.33 |
| Richesse ... ... ... ... | 15.10 | 15.43 |
| Extraction réduite des moulins ... ... ... | 95.86 | 96.07 |

Le shredder a donc fait gagner .21 sur l'extraction réduite, cependant ce chiffre est bien au dessous de celui qui pourra être obtenu quand auront été éliminés, à la lumière de l'expérience acquise, les facteurs défavorables suivants:

(i) L'alimentation fut très souvent irrégulière. Cet inconvénient eut un effet désastreux sur l'extraction. En effet, lorsque la vitesse de la chaîne à canne est ralentie pour une raison quelconque (généralement une surcharge au moteur du coupe-cannes) le tapis de cannes shreddées diminue d'épaisseur sur le conducteur alimentant la première unité du tandem et il arrive que les cannes passent entre les marteaux sans subir de pression ; à ce moment l'extraction est nulle, autrement dit le tandem est réduit d'une unité.

(ii) Le degré de préparation de la canne shreddée a necessité aux moulins, des réglages tout à fait différents de ceux qui avaient été adoptés auparavant, toutes choses égales d'ailleurs. De très mauvaises extractions furent obtenues durant les expériences faites en vue d'obtenir le meilleur réglage, une extraction journalière de 94.1 fut notamment enregistrée.

Si l'on prend la moyenne des extractions obtenues au moment où les conditions étaient favorables, c'est-à-dire au moment où l'alimentation du shredder était régulière d'une part, et le réglage des moulins convenable d'autre part, une extraction de 96.84 est alors obtenue, soit .98 de plus qu'en 1956.

Le shredder placé en tête d'une batterie de moulins augmente non seulement l'extraction comme nous venons de le voir, mais aussi la capacité du tandem, ou si le même tonnage horaire est maintenu la vitesse périphérique des moulins est alors réduite comme le montre le tableau suivant :

| | 1956 | 1957 |
|---|---|---|
| T.C.H. ... ... | 124.3 | 124.4 |
| Fibre % Cannes ... ... | 11.7[illegible] | 11.78 |
| Richesse ... ... ... | 15.03 | 14.95 |
| Entrée 1er moulin ... ... | 70 mm. | 70 mm. |
| Vitesse périphérique 1er moulin ... | 38 4 ft/min | 34.8 ft/min |

Nous voyons que pour faire le même tonnage dans les mêmes conditions c.a.d. avec la fibre, la richesse et l'entree du 1er moulin pratiquement égales, la vitesse périphérique a été réduite de 10% . Ceci vient confirmer ce que nous avons observé : la densité de la canne shreddée est plus élevée que celle de la canne traitée par deux coupe-cannes. Par contre le Dr. H. W. Kerr nous disait l'année dernière qu'il avait observé le contraire. A ces observations contradictoires il y a une explication, du moins nous le pensons, qui est à l'avantage du shredder Gruendler. En effet celui-ci projette avec violence sur le conducteur les cannes qui forment ainsi une masse compacte et dense, tandis que les cannes que délivre le shredder Searby perdent de leur vitesse lorsqu'elles passent entre les barres de choc et tombent sans force sur le conducteur.

La canne shreddée engendre forcément un peu plus de folle bagasse, mais pas beaucoup plus. En prévision de cet inconvénient, nous avions essayé en fin de campagne 1956, une pompe dite " chokeless " de trois pouces de Mirrlees Watson Co. Ltd., pour le jus d'imbibition non tamisé ; elle a donné entière satisfaction et l'année dernière nous en installions une autre. Donc actuellement seul le jus allant à la fabrication est tamisé au cush-cush. Cependant nous devons signaler un point important : la cuvette à vesou sous les moulins doit être inclinée de façon à permettre au jus qui s'écoule d'entraîner la bagasse au fur et à mesure qu'elle tombe des cylindres ; autrement elle s'accumulerait rapidement et le proposé au nettoyage des cuvettes en chassant toute la bagasse avec son rateau provoquerait à coup sûr un engorgement à la meilleure des pompes chokeless ! Le fournisseur de la pompe serait alors traîné aux gémonies !

Le shredder Gruendler s'est révélé supérieur au séparateur magnétique pour éliminer les corps métalliques qui pourraient passer dans les moulins. En effet, nous avons du arrêter l'alimentation des moulins quarante fois durant la campagne pour enlever du conducteur de cannes shreddées des pièces métalliques dont le shredder signalait la présence avec bruit. De nombreux crochets, des pinces atteignant deux pouces de diamètre, des fers à angle, des chaînes, des couteaux etc donc le poids total était près de mille livres ont été enlevés grâce au shredder. Le bruit que produit le passage de ces corps métalliques est parfois vraiment terrifiant. Les heures de manipulation ainsi perdues ont été en moyenne de cinq minutes par jour. Cette perte de temps est un facteur insignifiant comparé aux degats qu'auraient pu subir les cylindres. On pourrait dire que même si le travail du shredder consistait uniquement à enlever les morceaux de fer, son installation se justifierait.

En ce qui concerne la durée et l'usure des marteaux nous avons conclu que la qualité de l'acier était excellente ; après avoir désintégré 207,000 tonnes

de cannes et près de mille livres d'acier et de fonte les marteaux sont pratiquement à l'état de neuf. Nous pensons qu'ils devraient broyer encore 200,000 tonnes avant qu'il soit nécessaire de recharger de métal leur extrémité.

Les avantages de ce shredder ne font aucun doute. C'est un moyen sûr d'augmenter la capacité et l'extraction d'un tandem de moulins. Il n'est pas optimiste d'émettre l'opinion que l'extraction de nos moulins qui est en moyenne de 95.3 pourrait être porté à 96.3 en utilisant ce shredder; ce qui représenterait environ .16 de plus sur le sucre extrait pour cent de cannes, soit près de 7,000 tonnes de sucre d'une valeur de trois millions de roupies. Ce chiffre est assez éloquent pour que tous ceux que la question intéresse y portent toute leur attention.

En terminant je voudrais remercier le Manager de Mon Loisir, Monsieur Joseph Lagesse qui m'a bienveillamment autorisé à vous communiquer les résultats obtenus par l'adoption du shredder Gruendler.

## BIBLIOGRAPHIE

HUGOT, E. (1950) — La Sucrerie de Cannes. Dunod, Paris.

MAXWELL, F. (1932) — Modern Milling of Sugar Cane, Norman Rodger, London.

TROMP, L. A. (1946) — Machinery and Equipment of the Cane Sugar Factory, Norman Rodger, London.

ANON (1919) — A Brief Sketch of Discovery and Invention in the Sugar Industry, with Special Reference to the Cane. I. S. J. 21, 5, 218-226.

## SUMMARY

*Results obtained with a Shredder*

A brief history of the preparation of cane for milling is given. The following types of shredders are briefly described: the National or disc shredder, the Morgan, Maxwell and Searby. The Gruendler shredder is described in detail. An increase in reduced mill extraction from 95.86 to 96.07 brought about by the installation of a Gruendler is reported.

The Gruendler shredder at Mon Loisir resulted in only a small increase in the amount of bagacillo which could easily be handled by chokeless pumps. An unexpected advantage of the shredder was that it detected tramp iron in the chipped cane by the noise the iron made when passing through the hammers. The quality of the metal in the hammers has shown itself to be excellent, and it is estimated that it will be possible to shred 400,000 tons of cane before the tips of the hammers will need rebuilding.

# SOME NOTES ABOUT MILLING IN NATAL

by

A. VAN HENGEL

*Chemical Engineer, Sugar Milling Research Institute, Durban.*

It was with much pleasure that I received your invitation to attend your Congress. It happened to be just after the Thirty-third Annual Summary of the Chemical Laboratory Reports for 1957 had been published on the occasion of the Congress of the S. A. S. T. A., held in Durban. In this report, some comparative results of final data as obtained by other producing countries, a.o. Mauritius, are usually published. This gives the opportunity to South African technologists to decide whether or not their results are on a par with the results obtained in other parts of the world.

From these comparative figures a few have been extracted and are supplied in table I.

TABLE I

| | South Africa 1957 | Mauritius 1955 |
|---|---|---|
| Sucrose % cane ... ... ... | 13.11 | 14.24 |
| Fibre % cane ... ... ... | 15.38 | 11.57 |
| Imbibition % fibre ... ... ... | 224 | 217 |
| Lost abs. juice % fibre ... ... | 41 | 39 |
| Moisture % bagasse ... ... ... | 53.06 | 47.40 |
| Sucrose % bagasse ... ... ... | 2.47 | 2.68 |
| Sucrose extraction ... ... ... | 93.4 | 95.6 |
| Purity last expr. juice ... ... | 76.1 | 75.2 |

A glance at this table will show that the results as obtained by Mauritian factories are better than those of the South African mills; as a matter of fact, the Mauritian results rank fairly high among the results of other countries. The Mauritian figures are certainly worth a thorough study as to how these results were achieved, even more so because the South African figures show in which direction improvement can be effected.

A comparison of the extraction figures will not give a good insight into the difference between the results of both countries, due to the fact that the fibre content of the canes of both countries shows a big difference. The reduced extractions, however, are 95.2 and 94.8 for Mauritius and Natal respectively. Regarding the figures for "Lost Absolute Juice % Fibre," there is not a big difference either, but Natal, with its long tandems, generally well equipped with knives and Searby Shredders, really should show a better figure than Mauritius. Natal could achieve a better figure for "Lost Juice % Fibre" if the moisture

content of the bagasse and mainly of the final bagasse could be decreased to the level of the Mauritian " moistures ". If that were possible, how big would be the gain ?

If : Sucrose % bagasse = 2.47
Moisture % ,, = 53.06
Brix % first expr. juice = 19.20
Brix % first expr. juice/brix % abs. juice = 1.05
Purity last expr. juice = 76.1
Purity of any additional expressed last expr. juice = 70
Brix last expr. juice = 3.17

we have an initial composition of the bagasse :

Moisture = 53.06 %
Brix = 2.47/76.1 x 100 = 3.25%
Fibre = 100 — (53.06 + 3.25) = 43.69%

If juice with 3.17% brix is squeezed out until bagasse with 47.40% moisture is obtained, then the remaining weight of bagasse would be (100 — x) parts per hundred.

x can be calculated from :

$$\frac{53.06 - (x - 0.0317\,x)}{100 - x} = 0.4740$$

$$x = 11.45$$

Let the new brix content of the bagasse be y, then :

$$100 \times 3.25 - 11.45 \times 3.17 = (100 - 11.45)\,y$$

$$y = 3.26$$

The recovery per 100 parts of initial bagasse should therefore be :

$$\frac{100 \times 3.26 - (100 - 11.45) \times 3.26}{100} = 0.36$$ part brix and accordingly 0.70 x 0.36 = 0.252 parts polarisation, which is $\frac{0.252}{2.47} \times 100 = 10.2\%$ of the initial polarisation lost. The extraction would in that case have been :

$$100 - 0.898\,(100 - 93.4) = 94.1,$$

the reduced extraction : 95.4 and the " lost abs. juice % bagasse " :

$$\frac{\frac{3.26}{19.02}}{1.05} \times \frac{100}{49.34} = 36$$

The differences are shown in table II :

TABLE II

| | Natal 1957 | Mauritius 1955 | Natal (hypothetical) |
|---|---|---|---|
| Moisture % bagasse ... ... | 53.06 | 47.40 | 47.40 |
| Extraction ... ... ... | 93.4 | 95 6 | 94.1 |
| Reduced extraction ... ... | 94.8 | 95.2 | 95.4 |
| Lost abs. juice % fibre ... | 41 | 39 | 36 |

In other words, it can be said, that if Natal would be able to realise all the advantages of their long, well equipped, milling tandems, it would produce 4500 tons more sugar, the value of which would be approximately £ 135,000. These figures do not take into account an improved performance of all consecutive mills of a tandem as the extra load on the foregoing mills caused by the squeezing out of 11.45% juice on bagasse weight, is negligible. Hence, a better result could be expected if all the mills were working more efficiently. It is unnecessary to say that Natal factories seriously endeavour to improve their milling results. In these attempts they are assisted by the Sugar Milling Research Institute.

The questions to be answered are the following :

1) Is the feeding of the different mills adequate ?
2) If not, which feeding devices have to be recommended ?
3) Are the mills correctly set ?
4) By what other means can extraction be improved ?

Sub. 1) In Natal, feeding devices as are in common use in some other sugar producing countries, are seldom seen. Pushers, tall chutes and underslung feeder rollers are scarcely, if ever used. Accordingly, there is reason to assume that the feeding of the mills in Natal can be improved.

Sub. 2) Only experiments will show which feeding device will render the best results. Personally, I think that the underslung feeder roller will be preferable, since this type of feeder gave very good results in Java during many pre- and post-war years and, according to Kerr[1], is also extremely satisfactory in Mauritius.

Sub. 3) The setting of mills will most probably be the most discussed subject relating to milling technique. It, however, is obvious that any discussion will be ineffectual as long as the mill settings are not adequately known. Next to the dimensions of the rollers one needs to know the radial distance between the rollers under working conditions and the exact number of revolutions per unit of time, as well as the weight of fibre processed during the same unit of time. Only then can the load per escribed

roller surface area and escribed volume be calculated. To know the radial distance between rollers under working conditions, the set opening (mill empty) and the average lift of the floating top rollers must be known. The number of revolutions is easily determined by rev-counters. However, calibrated lift-indicators and rev-counters are absent from most Natal factories. Consequently, it is very difficult to obtain correct information about the abovementioned data. Hence the S. M. R. I. strongly recommends that every factory should have installed calibrated lift indicators and rev-counters, in order to be able to work out statistically which mill-setting must be chosen so as to ensure that optimum results will be obtained as far as capacity rating, type of grooving, feeding, etc., allow.

Among you, the question may arise : " Is it really necessary to work out mill settings statistically ? Are not many ways given to calculate mill settings ? "

In pre-war years, to my knowledge, only Java published statistics about mill settings and fibre content of the discharged bagasse. Even Java, however, gave data about first mills and last mills only, no data were supplied about intermediate mills.

At the S. M. R. I. an investigation was carried out in order to determine whether in Java (results of ± 90 factories) a certain correlation between setting and bagasse quality existed and to what degree the reabsorption phenomenon[2,3] interfered with the relationship between the figures V = lbs fibre/cu. ft. escribed volume and I = the actual density of one cu. ft. of bagasse of a a certain composition.

It will be appreciated that theoretically the relation

$$I = \frac{V}{F}$$

can be easily proved, if :

I = lbs bagasse /cu. ft.
V = lbs fibre/cu. ft.
F = lbs fibre/lb. bagasse (fractional fibre content of the bagasse).

This theoretical relationship is illustrated in fig. 1[4].

Fig. 1 is an illustration of the performance of crushing by consecutive mills.

Experiments [5] have shown that the Brix-free water content of bagasse amounts to 30% on dry fibre. Hence :

$$100\ F^1 = 100\ F + 30\ F = 130\ F.$$

($100\ F^1$ = % natural fibre of discharged bagasse)
($100\ F$ = % dry fibre of discharged bagasse).

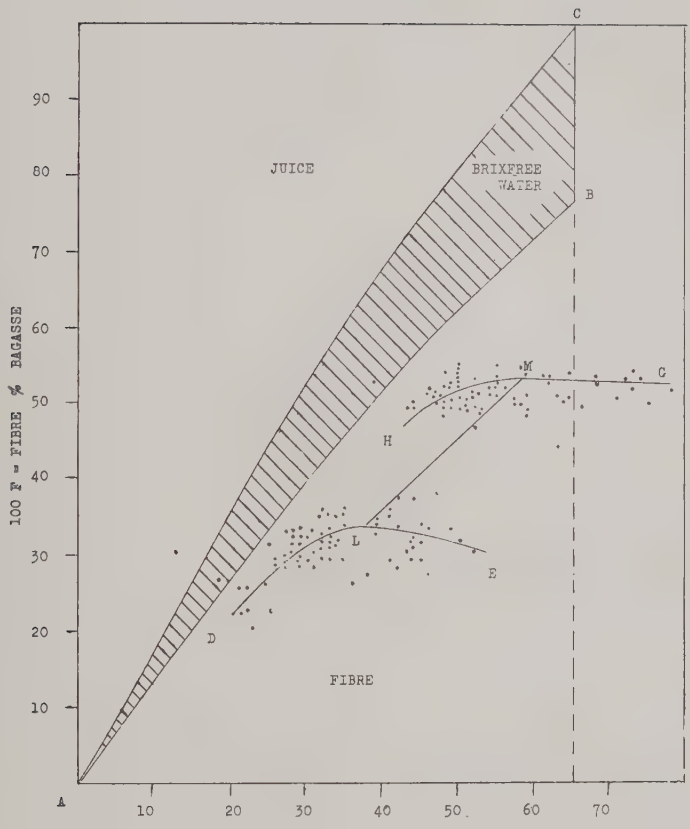



Fig. 1. Performance of crushing by consecutive mills.

On the ordinate 100 F is recorded and on the abscis V (i.e. lbs fibre/cu. ft. escribed volume). The theoretical relationship between V and F is given by curve A B, whilst A C indicates the natural fibre content of the bagasse. Consequently, a vertical line, drawn at a certain V shows immediately the percentages of dry fibre, Brix free water and juice that can be expected if reabsorption does not occur. In 1940[6], Java published very comprehensive statistics of milling control figures, in which for all number one and last mills V as well as F were given. These figures are given in fig. I as two groups of dots. The average of the first mills is represented by the curve DE, whilst curve HG. represent the average of last mills.

The following conclusions may be drawn:

1) Reabsorption occurred on every occasion in first mill as well as in last mill.
2) Curve DE indicates that a higher F was not obtained when V was raised to over 35 lbs fibre/cu. ft. e.v. in the case of first mills.
3) Curve HG shows that for last mills V = 55 lbs fibre/cu.ft. e.v. gave no further increase of 100 F.

Evidently, 35 and 55 lbs fibre/cu. ft. e.v. are the optima for first and last mills respectively.

It is not far-fetched to assume that the optima of all mills lie on a straight line LM, which connects the optima of both curves DE and HG. The line LM satisfies the condition $\frac{V}{F} = 110$. $\frac{V}{F} = 110$ states that in Java the apparent density of bagasse during the dynamic milling process was 110 lbs bagasse/cu. ft. e.v. for all mills, whilst 75 is about the right figure under static circumstances as is also shown by fig. I. It will be appreciated that this apparent increase in density is caused by the occurrence of reabsorption or " squirting ".

If:

K = discharged opening under working conditions in in.
C = tons of cane per hour (ton = 2000 lb).
f = fractional fibre content of the cane.
n = r.p.m of top roller.
D, L = diameter and length of rollers resp. in inches.
V = lbs fibre/cu. ft. e.v.

then $K = \frac{57600\ Cf}{n\ \Pi\ DLV}$ and after substituting

$V = 110\ F$: $\qquad K = \frac{167\ Cf}{n\ DLF}$

This equation illustrates aptly the average performance of Java mills, crushing Java cane.

It is hoped that in an investigation conducted by the S.M.R.I. a similar equation will be found for Natal mills crushing Natal cane and it would certainly enhance our knowledge of milling fundamentals if a similar investigation could be carried out in other countries.

Undoubtedly, the discharge opening of a mill is not the only important point with regard to mill performance. Feed opening, as well as shape and position of the trash plate influence the proper working of a mill. However, the shape and position of the trash plate are derived from the feed set-opening and top roller lift, whilst the feed set-opening is derived from the discharge opening. Hence, the discharge opening should be calculated with utmost care.

Careful observation of the milling performance of various mills with different roller speeds, types of grooving, length of tandem and feedings, etc., will possibly give an insight into the specific properties of the various features mentioned above. However, this investigation can only be made if one is sure that the mills are working at their peak performances as far as the settings are concerned.

## BIBLIOGRAPHY

KERR, H. W. (1957) ... ... The Sugar Industry of the "Garden Island", Mauritius; Australian Sugar Journal, Dec. 1957.

Technical Report No. 41 of the Sugar Research Institute, Mackay, Queensland.

DOUWES DEKKER, K. (1958) ... Some Notes on Cane Sugar. Factory Control Comm. from the S. M. R. I. No. 40.

VAN HENGEL, A. and DOWES DEKKER, K. (1958) ... ... Some notes on the Setting and Operation of Mills; S. A. S. T. A. Congress (1958).

VAN DER POL, C., YOUNG, C. M. and DOWES DEKKER, K. (1958) ... Determination of Certain Qualities of Individual Consignments of cane (III) Quarterly Bulletin, No. 3 S. M. R. I. 1957.

MARCHES, J. (1941) ... ... Overzicht van bedrijfsresultaten betreffende Campagne 1940. Verh. voor de Leden No. 15 P. O. J.

## RÉSUMÉ

*Quelques notes sur le broyage au Natal*

Après avoir constaté que le travail des moulins fut meilleur en 1955 à Maurice qu'en 1957 au Natal, l'auteur envisage différentes solutions pour augmenter l'extraction des moulins du Natal : (a) amélioration de l'alimentation des moulins au moyen, entre autres.de rouleaux bourreurs, (b) installation d'instruments pour mesurer la levée et la vitesse des cylindres et permettre de faire une étude statistique des ouvertures de cylindres, comme l'on en fit une à Java en 1940, et améliorer ainsi le réglage des moulins.

# L'INFLUENCE DE L'ENTARTRAGE SUR LE COEFFICIENT DE TRANSMISSION DE CHALEUR DES RECHAUFFEURS

par

T. MAIGROT

*Assistant Directeur d'usine — Britannia S. E.*

L'épuration des jus de cannes implique, en sus de l'addition du CaO, ou de tout autre agent clarifiant, le réchauffage. Quoique les modalités du processus varient, de pays en pays, ou encore de sucrerie en sucrerie, les technologistes sont aujourd'hui enclins à limiter la température finale aux environs de 100°C. Il nous faut donc en pratique maintenir cette température pour que les jus qui accèdent au décanteur soient toujours au point d'ébullition. Les jus ayant subi au préalable le traitement voulu, nous aurons une clarification aussi parfaite et uniforme que possible.

Malheureusement, notre problème se complique du fait que les réchauffeurs sont sujets à l'entartrage. Celui-ci abaisse le cœfficient de transmission de chaleur et, par conséquent, la température du jus.

En sucrerie de canne le réchauffage des jus s'opère au moyen :—

1° De vapeur prélevée des corps de l'évaporateur.

2° De la vapeur d'échappement.

3° De la vapeur vive.

4° D'une combinaison de ces différents moyens.

Si on emploie uniquement la vapeur de prélèvement, les possibilités de stabiliser la température du jus en augmentant celle de la vapeur sont limitées. Cependant, l'économie de vapeur mise à part, l'emploi de vapeur de prélèvement offre un avantage de plus. Elle n'entartre pas l'extérieur des tubes, surtout lorsque les effets de l'évaporateur sont pourvus de séparateurs d'entraînement efficients. Tout abaissement dans le cœfficient de transmission de chaleur est dû uniquement aux incrustations en provenance du jus.

La vapeur d'échappement par contre, contient toujours de l'huile en suspension. Celle-ci est déposée lors de la condensation et forme du cambouis sur la paroi des tubes, ce qui compromet gravement la chaleur transmise. On peut en partie remédier à cet inconvénient en insérant un séparateur d'huile dans le conduit d'échappement. De plus, il est nécessaire de détuber les appareils de temps à autre pour nettoyer les tubes. Si les précautions précitées ne sont pas observées on devra s'attendre à un cœfficient de transmission relativement faible.

En ce qui concerne la vapeur vive, elle n'est pas toujours disponible. Lorsqu'on peut s'en servir le maintien d'une température constante à la sortie des réchauffeurs est assurée.

Au cours des campagnes sucrières précédentes nous avons eu l'occasion d'étudier :—

1° L'effet de la vitesse de circulation du jus sur le cœfficient de transmission de chaleur en fonction de l'entartrage des tubes.

2° L'abaissement progressif du cœfficient de transmission de chaleur en cours de marche.

3° La conductibilité des incrustations.

Les expériences ont eu lieu à la sucrerie de Britannia. Les réchauffeurs de cette sucrerie fabriqués par Fawcett Preston sont au nombre de quatre. Ce sont des appareils horizontaux comprenant chacun : — 144 tubes en laiton de 2" (50,8mm) de diamètre intérieur, et, d'une longueur de 8 pieds (2.4m). L'épaisseur du tube est de 16 S.W.G. et les circulations sont actuellement de quatre tubes. Un tuyau, largement prévu, assure l'évacuation des gaz incondensables. L'eau condensée est traitée par un Michaëlis.

Les deux premiers réchauffeurs travaillent en parallèle et reçoivent de la vapeur de prélèvement provenant du 2ème corps de l'évaporateur. Les deux autres, également en parallèle, sont en prélèvement sur le premier corps.

La surface de chauffe de chaque unité est de 600 pieds carrés soit, 2,400 pieds carrés au total. Nous disposons, par conséquent, de 32 pieds carrés (3 m²) par T.C.H. Ce chiffre est évidemment relatif, il dépend du procédé de défécation employé et de la température de la vapeur de chauffe.

Pendant les essais, les températures du jus froid, du jus réchauffé, et de la vapeur de prélèvement, ont été obtenus au moyen de thermomètres Cambridge soigneusement contrôlés au préalable en laboratoire.

Le nettoyage des réchauffeurs s'opérait à l'arrêt hebdomadaire en introduisant de la vapeur vive à l'extérieur des tubes après avoir ouvert les portes. Au bout d'un quart d'heure, les incrustations se dessèchent, elles se recroquevillent, et le simple passage d'une brosse métallique nous donne des tubes absolument propres.

**Effets de la vitesse de circulation sur le cœfficient de transmission de chaleur en fonction de l'entartrage des tubes.**

L'entartrage des tubes de réchauffeurs dépend en grande partie de la vitesse de circulation du jus dans ces appareils. D'autre part, une vitesse accrue favorise la transmission de chaleur à travers le film de jus (en réduisant l'épaisseur effective à travers laquelle elle s'opère). Donc, en augmentant la vitesse du jus on avantage doublement la chaleur transmise. Malheureusement, la pression au refoulement de la pompe d'alimentation est aussi accrue et nous oblige à nous cantonner à une vitesse intermédiaire.

Avant 1956 on travaillait à Britannia avec les réchauffeurs en série et des circulations de 6 tubes. La vitesse du jus était de l'ordre de 5,3 ft/sec. et la pression à la sortie de la pompe de 75 lbs/ □ ". L'abaissement de température entre le lundi et le samedi (environ 130 heures de travail) n'excédait jamais 2,5°C.

Des ennuis répétés, une usure anormale des segments et des pistons de la pompe, et de ce fait un abaissement dans le débit de cette dernière nous ont contraint à réduire la pression au refoulement. Les réchauffeurs ont donc été mis en parallèle mais, ceci ayant doublé le nombre de tubes par circulation, la vitesse du jus a été réduite à 2,5 ft/sec. A cette vitesse les tubes étaient obturés par un dépot de boues et la chute de température pour la semaine passait de 2,5°C à 6°C.

Abandonnant cette combinaison nous avons adopté des circulations de 8 tubes. La vitesse du jus s'élevait en même temps à 4 ft/sec. et la chute de température n'excédait pas 4°C.

Ces résultats nous permettent d'apprécier l'avantage qu'il y a à augmenter la vitesse de circulation à l'intérieur des tubes.

En effet, à une vitesse de 5 ft/sec le cœfficient de transmission de chaleur n'accuse qu'une diminution de 30% après 130 heures de travail. Lorsque la vitesse est réduite à 4 ft/sec., le cœfficient de transmission baisse de 42 % pour la même durée de travail. A une vitesse de 5,5 ft/sec. le cœfficient tombe de 53 % pour la semaine.

Si nous analysons ces résultats nous constatons ceci : —

| Réduction de la vitesse de circulation | Abaissement supplémentaire du cœfficient de transmission. |
|---|---|
| 20 % | 11 % |
| 50 % | 23 % |

Nous avons là une indication que le cœfficient de transmission de chaleur est abaissé d'une valeur supplémentaire égale à la moitié du pourcentage de réduction dans la vitesse de circulation lorsque celle-ci passe de 5 ft/sec. à 2,5 ft/sec.

Un nombre trop restreint de résultats nous empêche, pour l'instant, de rechercher une formule dans laquelle on pourrait insérer ces valeurs.

Il nous faut, de plus, établir la variation des coefficients en fonction de la saison durant la campagne sucrière.

**Abaissement progressif du cœfficient de transmission de chaleur en cours de marche.**

Il est aussi intéressant de suivre l'abaissement progressif du coefficient de transmission de chaleur au cours de la semaine. Nous l'avons déterminé journellement pendant la période s'étendant du 2 au 30 septembre 1957. Le tonnage de cannes manipulées à l'heure fut de 73,8 avec 102,2 % de jus mélangé équivalant à 75.470 kgs de jus/heure. La chaleur spécifique du jus étant 0,92 et sa vitesse 4 ft/sec.

| | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jus froid °C ... ... | 28,9 | 28,6 | 29,9 | 29,2 | 29,0 | 28,8 |
| Jus après premiers réchauffeurs °C ... ... | 87,7 | 84,2 | 82,7 | 80,3 | 77,0 | 75,8 |
| Vapeur 2ème effet °C ... | 96,5 | 96,9 | 97,2 | 96,7 | 96,3 | 95,8 |
| Jus après seconds réchauffeurs °C ... ... | 100,1 | 99,3 | 98,3 | 96.6 | 94,1 | 92,6 |
| Vapeur 1er effet °C ... | 103,1 | 103,1 | 103,3 | 102,9 | 102,7 | 102.5 |
| Jus Kgs/heure ... | 75,700 | 76,644 | 75,449 | 74,394 | 74,163 | 74,394 |
| Δ 1 - 2 ... ... | 28,9 | 33,1 | 34,4 | 36,1 | 38,5 | 38,9 |
| Δ 3 - 4 ... ... | 7,6 | 9,4 | 11,0 | 12,7 | 15,6 | 16,9 |
| U 1 - 2 | | | | | | |
| Cals/m²/hr./°C ... | 1270 | 1062 | 955 | 892 | 763 | 742 |
| U3 - 4 ... ... | 1019 | 1016 | 883 | 809 | 667 | 610 |

Le tableau précédent résume les résultats obtenus.

La température du jus froid, et des vapeurs de chauffe, de même que le poids de jus en circulation, ne variant que très légèrement, nous pouvons attribuer l'abaissement du cœfficient de transmission uniquement à l'entartrage.

Le cœfficient du premier groupe de réchauffeurs qui le lundi est à 1270 Cal/m²/°C/hr tombe à 742 le samedi, soit une réduction de 42%.

Dans le second groupe de réchauffeurs l'abaissement est pratiquement le même c'est-à-dire 40% .

La transmission de chaleur dans le premier groupe d'appareils est légèrement supérieure à celle du second groupe, et ce, malgré une température de vapeur inférieure.

Ceci pourrait s'expliquer par la faible différence qui existe entre la température de la vapeur et celle du jus réchauffé à sa sortie du second groupe de réchauffeurs. Par ailleurs, le graphique qui suit nous démontre que le taux d'abaissement du cœfficient de transmission de chaleur s'atténue après 90 heures de travail.

En vue de l'écart qui existe entre le cœfficient de transmission de chaleur lorsque les tubes sont propres et celui obtenu avec des tubes entartrés, il est recommandable d'avoir une unité additionnelle pour permettre de brosser les appareils en cours de marche. Cette opération s'avère être nécessaire au fonctionnement efficient des réchauffeurs.

3. *La conductibilité des incrustations*

La résistance des incrustations à la transmission de chaleur se calcule comme suit.

$$\frac{1}{h_i} = \frac{1}{U_E} - \frac{1}{U_P}$$

$h_i$ = Rapport de la conductibilité thermique à l'épaisseur des incrustations.
$U_E$ = Cœfficient de transmission de chaleur des tubes entartrés.
$U_P$ = Coefficient de transmission de chaleur des tubes propres.

Remplaçant dans cette équation les valeurs obtenues en pratique, nous trouvons 1785 Cal/m²/hr/°C (365 BTU/Ft²/hr/°F) pour *hi*.

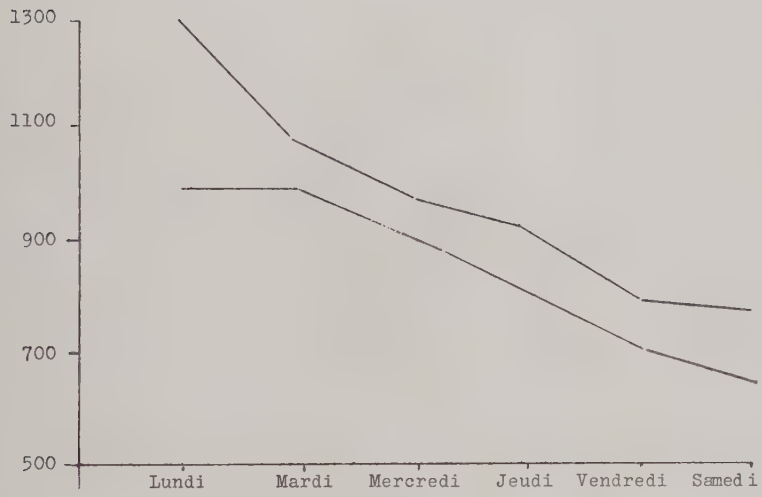

1300
1100
900
700
500
Lundi
Mardi
Mercredi
Jeudi
Vendredi
Samedi

Fig. 1.

L'obtention de la conductibilité des incrustations nécessite la détermination de l'épaisseur de ces dernières. Nous les avons mesurées avec un micromètre et trouvé en moyenne 0,0024".

De ce fait la conductibilité se monte à 0,88 BTU/ ft²/hr/°F/pouce. En Australie Crawforde et Shamm ont trouvé 0.27 BTU/ft²/hr/°F/Ft.

La méthode que nous avons adoptée pour établir l'épaisseur des incrustations est très aléatoire. Le chiffre obtenu pourrait varier dans des proportions assez fortes.

Vous trouverez dans le tableau suivant quelques conductibilités à titre de comparaison.

| *Substances* | *Conductibilité thermique à 212°F — BTU / Ft2 / hr / 0 F / pouce* |
|---|---|
| Laiton ... ... | 720 |
| Cuivre ... ... | 2,620 |
| Asbestos .. ... | 1.32 |

Nous avons donc étudié l'influence de certains facteurs sur le cœfficient de transmission de chaleur. Il est malheureux que nous n'ayons pu déterminer aussi l'influence de la vitesse de la vapeur sur ce cœfficient. Pour le faire, il nous faudrait disposer d'un réchauffeur expérimental.

En terminant, je voudrais attirer votre attention sur l'avantage que constitue la compilation des résultats obtenus en pratique. Je suis convaincu que beaucoup des difficultés rencontrées lors de l'élaboration de certains projets s'en trouveraient aplanies. Par ailleurs, on éviterait aussi l'emploi de facteurs de sécurité trop conservateurs, ce qui permettrait de réaliser de substantielles économies.

## BIBLIOGRAPHIE


HUGOT, E. (1950). La Sucrerie de Cannes, Dunod, Paris.

TROMP, L. A. (1946). Machinery and Equipment of the Cane Sugar Factory, Norman Rodger, London.

MC. ADAM. (1942). Heat Transmission, 2nd Ed. Mc Graw Hill, New York.


## *SUMMARY*


*The influence of scaling on the heat transfer cœfficient of juice heaters*

Experiments made at Britannia factory on the effect of juice velocity on scaling of juice heaters and on the effect of the scale produced on the heat transfer cœfficient are discussed. A brief description is given of the juice heater installation at Britannia.

The heat transfer cœfficient was found to drop, due to scaling, from 1270 Cal/m2/°C/hr on Monday to 742 on Saturday in one bank of juice heaters. It is therefore recommended that factories be provided with one additional heater so as to make cleaning of the other units possible while the factory is running. The conductibility of the scale formed inside the tubes was found to be about 0.88 Btu / ft2 / hr / oF/ inch.

# QUELQUES ASPECTS DU CONTROLE CHIMIQUE EN SUCRERIE

par

J. R. LECLÉZIO

*Directeur d'usine — Réunion S. E.*

La sucrerie a été la première des industries agricoles à reconnaître l'utilité d'un contrôle chimique, et dans le monde de la canne les sucriers mauriciens furent parmi les premiers (il y a plus de 70 ans aujourd'hui) à bénéficier des services de chimistes attachés à leurs sucreries. A cette époque, et pendant bien des années, le chimiste a été l'homme qui a fait réaliser le plus de progrès à l'industrie, s'intéressant à la fabrication aussi bien qu'à la culture de la canne et prodiguant ses conseils dans ces différents domaines.

Cette période active fut malheureusement suivie par une qui vit le rôle du chimiste devenir plus effacé et passif : il finit par se contenter d'un rôle de comptable établissant le bilan du sucre de la canne manipulée. Le chef d'usine, jaloux de ses prérogatives, et souvent lui-même chimiste, ne permettait pas à ses collègues du laboratoire de prendre une part active à la conduite de la fabrication. Dans beaucoup de cas le contrôle était confié à un jeune frais émoulu du Collège d'Agriculture qui ne considérait son stage au laboratoire que comme une brève étape sur la route conduisant à la direction de la sucrerie.

Fort heureusement beaucoup ont déjà réagi contre cet état de choses en plaçant la fabrication sous le contrôle direct du chimiste et nous sommes aujourd'hui à Maurice au début d'une nouvelle ère où l'ambition du jeune gradué pourra être satisfaite par les perspectives qu'offre la position de chef chimiste et l'attrait de recherches dans un cadre où l'équipement en machineries et en instruments de contrôle s'améliore au fur et à mesure que les industriels réalisent son importance.

Les remarques du Dr. Kerr lors de sa récente visite à Maurice ne sont certes pas étrangères à cette évolution.

Dans ce cadre élargi qui s'offre aujourd'hui au chimiste, plusieurs problèmes se posent et des lignes intéressantes de recherches se dessinent.

La présente communication n'a pas d'autre but que de signaler quelques aspects du contrôle à l'attention du chimiste, au début de cette ère nouvelle. Ce ne sont pas nécessairement les aspects les plus importants et encore moins tous les aspects du contrôle. Espérons seulement que quelques points soulevés seront assez controversables pour susciter ici un débat intéressant.

**Analyse directe de la canne.**

Seule méthode qui permettra de déterminer avec précision les pertes en usine. En effet dans l'état actuel des choses, la richesse s'établit indirectement, les analyses du jus et de la bagasse étant effectuées après broyage. Toute perte durant le broyage (par fermentation ou autrement) n'est donc pas prise en considération et ne peut être évaluée.

Les moyens modernes de désintégration permettent actuellement l'analyse de cannes entières avec beaucoup de précision. En effet, des méthodes assez similaires sont utilisées dans différents pays sucriers par les instituts de recherches pour déterminer la richesse des cannes de parcelles expérimentales. L'application de ces méthodes aux cannes entrant à l'usine pose le problème de l'échantillonnage. Il est difficile, en effet, d'obtenir un échantillon représentatif d'une matière aussi hétérogène que des tiges de cannes en vrac. Il est plus logique d'échantillonner la masse homogénéisée par le passage au coupe-cannes, ou mieux, au shredder. Toutefois, l'auteur est d'opinion que les désintégrateurs utilisés sont encore trop peu volumineux et trop fragiles. L'appareil le plus robuste semble être celui du « Sugar Research Institute » du Queensland dont la « Mauritius Sugar Industry Research Institute » possède une réplique qui donne des résultats satisfaisants sur des prises de cossettes de 1200 g., un rapport canne : eau de 1 : 6 et vingt minutes de désintégration. Une batterie d'appareils de ce type mais de dimensions plus importantes installée dans chaque sucrerie sera sans doute la solution d'avenir.

Signalons que la « Mauritius Sugar Industry Research Institute » avec l'appareil sus-mentionné opère sur la bagasse du 1er Moulin avec une prise de 1000 g. de bagasse, un rapport eau : bagasse de 7 et 10 minutes de désintégration. Foster au Queensland avec le même appareil utilise des échantillons variant de 1200 g. pour la bagasse du 1er Moulin à 850 g. au dernier avec des rapports eau : bagasse croissant de 7, 5 à 11,5. La forte dilution de l'extrait vient malheureusement réduire la précision de la lecture saccharimétrique.

**Contrôle du travail des moulins.**

Le fameux « Milling Test » permettant, par analyse de la canne, de la bagasse et du jus sortant de chaque unité du poste de broyage, de calculer l'extraction individuelle de cette unité, bien que gagnant en popularité, n'est pas encore assez répandu. Sa pierre d'achoppement est l'analyse de la bagasse des premières unités de la batterie (et aussi celle de la canne). Les méthodes auxquelles il vient d'être fait allusion pour l'analyse de la canne défibrée devraient résoudre ce problème. Rappelons le calcul :

*Eléments* : (dans l'état actuel des choses où l'analyse de la canne défibrée n'est pas encore du domaine pratique) :

Ligneux % Cannes = $F_C$
Brix du Jus de 1ère Pression = $B_1$

Pureté du Jus de 1ère Pression = $P_1$

,, ,, ,, pression arrière de la 1ère unité = $P_{R_1}$

Saccharose % bagasse de 1ère unité = $S_{B_1}$

Humidité % ,, ,, ,, = $H_{B_1}$

Ce qui nous donne :

Ligneux % bagasse de 1ère unité = $F_{B_1}$

$$= 100 - H_{B_1} - \frac{S_{B_1}}{PR_1 - 1} \times 100$$

De même pour les autres unités nous aurons :

$S_{B_2}$ ; $F_{B_2}$ ; $S_{B_3}$ ; $F_{B_3}$ ; etc..

*Calcul*

Richesse de la canne : Utiliser la formule du " Central Board " :

$$S_C = \frac{(0{,}89\ B_1 + 1{,}3)\ (P_1 - dP)(100 - F_C)}{10{,}000}$$

dP étant la différence de Pureté obtenue durant la semaine précédente par la sucrerie entre le jus de 1ère pression et le jus absolu.

Si nous faisons :

$$6c = \frac{S_C}{F_C}$$

$$6_1 = \frac{S_{B_1}}{F_{B_1}}, \qquad 6_2 = \frac{S_{B_2}}{F_{B_2}} \text{ etc..}$$

$$6_n = \frac{S_{Bm}}{F_{Bm}}$$

on aura :

Saccharose extrait par le n°. unité % saccharose entrant à cette unité.

$$E_n = \frac{100\ (6_{n-1} - 6_n)}{6_{n-1}}$$

Rapportant l'extraction en termes du saccharose de la canne on a:

1ère Unité-Sach. ext. % Sach. des cannes $E_{C_1} = E_1 = \frac{(6_C - 6_I)\ 100}{6_C}$

2me ,, ,, ,, ,, $E_{C_2} = (100 - E_1) \frac{x\ E_2}{100}$

3me ,, ,, ,, ,, $E_{C_3} = (100 - E_{C_1} - E_{C_2}) \frac{E_3}{100}$

etc...

Ayant établi qu'un premier moulin devrait extraire au moins 75% du sucre de la canne et les autres unités, chacune autour de 50% du sucre contenu dans la bagasse qu'elles reçoivent, on peut facilement à la lumière des résultats d'un « Milling Test » situer l'unité dont l'extraction demande à être améliorée

Ce « test » peut être complété par le calcul du jus extrait par la pression avant de chaque unité exprimé en fraction du jus total extrait par l'unité Il s'agit pour cela de déterminer le degré Brix des jus avant, arrière et mélangé de chaque moulin et d'appliquer la règle des mélanges. Entâché d'erreurs dans le cas de la 1ère unité où les Brix ont des valeurs trop voisines, ce « test » est un excellent critère pour juger du travail des autres moulins précédés par l'imbibition. Les pressions avant de ces derniers devraient extraire au moins 70% du jus total extrait par eux.

On connaît aussi l'utilité d'établir une courbe des °Brix des jus de pression arrière et du diagnostic que cette courbe permet de porter sur le travail d'une batterie. Signalons que le Dr. Kerr au cours de son passage à Maurice nous a dit qu'au Queensland on attachait plus d'importance à une courbe de l'humidité des bagasses des moulins successifs qu'à la fameuse courbe des Brix. Le travail optimum serait corrélatif d'une linéarité parfaite de la courbe, tout comme dans le cas des °Brix.

**Efficience de la clarification.**

Dans l'état actuel de notre contrôle, il n'existe pas de moyen de comparer l'efficience de l'opération de clarification obtenue dans des sucreries différentes.

On peut évidemment mesurer au colorimètre et au turbidimètre photoélectrique la couleur et la limpidité du jus clarifié et mettre ainsi en chiffres le test visuel que nous faisons généralement lorsque nous visitons le poste de clarification du voisin. Mais couleur et limpidité ne sont pas les seuls critères et sont parfois trompeurs, de même que la hausse de pureté gravimétrique.

L'indice d'élimination des non-sucres devrait fournir une meilleure mesure de l'efficience de la clarification. Bien que dans ce dernier critère, l'expression devrait être :

"Non-sucres éliminés % non-sucres éliminables", l'impossibilité, avec nos moyens actuels, d'évaluer les non-sucres éliminables ne nous permet pas de la calculer. Cependant, une variante facilement déduisible des chiffres du contrôle est:

Non-sucres éliminés o/o non-sucres présents dans le jus mélangé.

$$= 100 - \frac{\frac{100\,(S_m - S_t)}{P_c} - (S_m - S_t)}{B_m - S_m} \times 100$$

où $S_m$ = Poids de saccharose dans le jus mélangé
$S_t$ = ,, ,, ,, ,, les tourteaux
$B_m$ = ,, ,, Brix dans le jus mélangé
et $P_c$ = Pureté du jus clarifié.

A titre indicatif, l'indice pour Maurice s'appliquant à la dernière campagne sucrière est de 4,5. Notons que la double carbonatation donne un indice variant de 20 à 30 tandis que dans le cas de la sulfitation, cet indice varie entre 10 et 12.

Cet indice est loin de constituer un critère parfait, mais est une étape vers la mise en chiffres du travail du poste de clarification.

**Rendement de filtration.**

Avec le filtre continu il est aussi impérieux de déterminer le rendement à la filtration (ou taux de rétention des impuretés).

$$= \frac{\text{Matières insolubles retenues par le filtre}}{\text{Matières insolubles dans les boues}} \times 100$$

En effet, ce rendement peut varier de 60 % ou moins dans de très mauvaises conditions, à près de 90 % dans des conditions optima. Si l'on songe qu'avec un rendement de 80 %, on recycle à chaque passage du filtre 50 % d'impuretés en moins qu'avec un rendement de 60 %, et que, ces impuretés étant retournées en amont du décanteur, toute la station de clarification s'en trouve affectée, on comprendra l'importance de ce contrôle. En fait, le poids des insolubles en circulation % des insolubles dans le jus avec le rendement à 80 % est égal à

$100\,(1 + 0{,}2 + 0{,}2^2 + 0{,}2^3 + \text{etc...}) = 125{,}0$ (environ) tandis qu'avec un rendement de 60 % il serait de

$100\,(1 + 0{,}4 + 0{,}4^2 + 0{,}4^3 + \text{etc...}) = 166{,}7$ (environ) soit de 33,4 % plus élevé.

Référons le chimiste intéressé aux excellents travaux de Paul Madon cités en appendice à cette communication sur les methodes à être utilisées pour ce contrôle et les résultats obtenus en variant la vitesse de rotation et l'appoint de folle bagasse.

Pour ceux qui utilisent toujours des filtres-presses, il est moins impérieux d'effectuer ce contrôle, bien qu'il serve à comparer différentes toiles et, à toiles égales, il peut donner une indication intéressante sur la qualité physique des boues.

**Normalisation des massecuites.**

De grands progrès ont été accomplis au cours de ces dernières années à Maurice dans le domaine de la cuisson. Il n'y aurait qu'à se référer à la communication présentée ici par Roger Bax pour s'en apercevoir.

Le but à atteindre étant l'obtention d'une massecuite de dernier jet avec des caractéristiques telles qu'elle assurera un épuisement maximum de la mélasse, il est évident que l'idéal serait de prédéterminer ces caractéristiques ; en d'autres termes, de normaliser la cuite de dernier jet. L'idée est de Beesley du S.M.R.I. de Durban. Il a fait voir, au cours d une communication présentée au 30 Congrès de la « South African Sugar Technologists' Association » comment il a développé une méthode de grainage qui permet d'obtenir des massecuites « Standard ».

Il semble qu'une telle normalisation s'impose et tout effort tendant à en fixer les éléments pourraient faire effectuer des progrès intéressants dans le travail des massecuites de bas jet.

Rappelons que les expériences de Beesley ont établi qu'avec la technique qu'il préconise la dimension des cristaux dépend uniquement du rapport

$$\frac{\text{Volume de 'slurry'}}{\text{Volume de la cuite}}$$

la relation s'exprimant sous forme d'une équation cubique. Ces résultats peuvent être obtenus avec n'importe qu'elle chaudière à cuire pourvu que du 'slurry standard' soit utilisé.

Il reste à établir pour la massecuite de dernier jet l'optimum de pureté, en fonction ou non de certaines variables telles que le rapport sucres réducteurs cendres, le degré de sursaturation optimum à la coulée etc. Il y a donc encore du chemin à parcourir avant d'arriver à la normalisation définitive de la cuite de dernier jet.

Avant de quitter ce chapitre un mot au sujet de la viscosité. L'auteur est absolument d'accord avec M. Bax que la détermination de viscosité de claircе, d'égouts, de mélasse et d'eau mère devraient entrer dans la routine de laboratoire. Des analyses faites ces dernieres années à la sucrerie de Réunion au viscosimètre à torsion ont souligné les variations considérables de la viscosité des mélasses avec la température. Il n'est pas exagéré de dire qu'un refroidissement d'une massecuite de 40 à 35°C fait doubler la viscosité dans beaucoup de cas.

Signalons en passant que la commande par moteurs électriques individuels des malaxeurs devrait permettre une mesure assez approximative de la viscosité et, partant un contrôle de la sursaturation, au cours du refroidissement et du réchauffage. La méthode déjà utilisée dans les cuites Webre pourrait ainsi être étendue à la période de cristallisation en malaxeurs avec avantage.

**Épuisabilité de la mélasse**

Parmi les méthodes utilisées pour déterminer l'épuisement maximum réalisable la plus connue consiste en l'application de la formule Douwes-Dekker.

(Pureté visée = $35{,}89 - 0{,}081\ x_1 + 0{,}26\ x_2$ ; où $x_1$ = sucres réducteurs % non-sucres et $x_2$ = cendres sulfatées % non-sucres).

Elle a été calculée sur les résultats moyens des usines de Java pour 1939 et on l'a trouvée applicable à divers pays sucriers. A Maurice la M.S.I.R.I vient de publier un bulletin par Mr. J. P. Lamusse sur l'application de cette formule aux mélasses de la campagne 1957. Les chiffres publiés font voir que cinq de nos sucreries dépassent systématiquement l'épuisement Douwes-Dekker. Ceci ne veut pas dire qu'elles ont atteint l'épuisement maximum réalisable vu que divers facteurs tels l'influence de matières organiques autres que les sucres réducteurs est ignoré par la formule. Or les travaux récents de Kelly et de Foster ont mis en relief l'influence énorme des acides aminés sur l'épuisabilité des mélasses et d'autre part il est impossible que la nature des constituents minéraux n'ait pas au moins autant d'importance sur cette épuisabilité que la quantité totale de « cendres ». Etant donné la tendance pluri-variétale actuelle de notre culture de la canne ne serait-il pas plus désirable de rechercher une méthode plus universelle de déterminer l'épuisabilité? M. Lamusse fait allusion à une méthode pratique où le degré d'épuisement est évalué par analyse de la mélasse avant et après addition artificielle de cristaux et malaxage au laboratoire. Ceci s'apparenterait à la méthode utilisée par la « Hawaiian Sugar Planters Association » ainsi qu'à celle de la H. V. A.* d'Amsterdam qui est décrite par le Dr. Douwes-Dekker dans le numéro d'Octobre 57 du *South African Sugar Journal.*

L'auteur pense qu'une telle méthode mériterait d'être expérimentée et, si elle se révélait d'une application facile, vaudrait la peine de faire partie de la routine analytique des laboratoires de sucrerie.

**Contrôle microbiologique**

Nous savons tous que les micro-organismes sont responsables d'une partie des pertes indéterminées en sucrerie. Elles sont aussi responsables d'une perte aux moulins qui restera inconnue tant que la richesse des cannes ne pourra être déterminée directement.

* MM. Handelvereeniging Amsterdam propriétaires de la sucrerie " Wouji " en Ethiopie.

Plusieurs moyens de contrôle permettent cependant de se faire une idée du degré d'infection de la batterie

Une méthode que l'auteur a utilisé pendant plusieurs années est la détermination du rapport acidité/Brix dans le jus de première pression et le jus mélangé. L'acidité déterminée par titrage s'exprime en termes de mgs d'acide acétique par litre. L'acidité produite par les fermentations a pour effet de faire augmenter ce rapport au jus mélangé. Malheureusement les résultats obtenus font voir que ce « test » n'est pas assez sensible pour contrôler l'application d'antiseptiques.

Une méthode plus directe serait l'application d'une des techniques connues de numération des micro-organismes par culture sur milieu nutritif en boites de Pétri après dilution appropriée. Elle exigerait tout un équipement additionnel au laboratoire, mais cet équipement trouverait un emploi intéressant en intercampagne dans des études de la microbiologie des sols — science à laquelle on n'a pas jusqu'ici à Maurice, eu les moyens d'accorder la place qu'elle mérite. Cette méthode pourrait aussi s'appliquer à d'autres produits de sucrerie y compris le sucre qu'il importe de protéger de l'influence des micro-organismes si l'on veut assurer sa bonne conservation. La rentabilité d'une désinfection par rayons infra-rouges, ou autres, de ce produit pourrait être déterminée si l'on avait ce moyen d'en contrôler les effets.

Enfin il y a le fameux essai au bleu de méthylène basé sur la vitesse de détérioration de la couleur d'une solution de bleu de méthylène par réduction en présence de micro-organismes en flacon bouché. Cet essai normalisé pour déterminer la pureté bactériologique du lait et de l'eau, peut facilement être modifié pour être appliqué au jus comme le préconise Owen.

**Analyses d'Eau**

Je ne voudrais pas trop m'étendre sur le sujet des eaux que vont traiter ici MM. de Fontenay et Raffray mais il est nécessaire de souligner l'importance d'un contrôle sérieux de

a) La qualité des eaux d'alimentation des chaudières : eaux condensées analysées pour le sucre, l'huile et l'oxygène ; eau d'appoint analysée pour les matières en suspension, la dureté, la chaux, la magnésie, les sulfates, la silice et l'oxygène. Ces analyses permettront, de savoir si un traitement est nécessaire, indiqueront le traitement le plus approprié aux conditions existantes et, ce traitement mis en pratique, permettront de le contrôler.

b) La détermination du pH et des matières salines dissoutes dans les eaux de chaudière.

Indispensable à la détermination de la fréquence et de l'importance des purges à effectuer afin de prévenir le primage et

l'entrainement. Le contrôle de la salinité par conductivité, (les résultats étant calculés en termes de p.p.m. de NaCl) est fortement recommandé par l'auteur qui l'utilise avec succès depuis plusieurs années.

c) La teneur en matières organiques et en oxygène de nos eaux résiduaires dont la demande bactériologique d'oxygène (B.O D.) pourrait aussi être déterminée afin de protéger la salubrité de nos cours d'eau et nous protéger contre les autorités sanitaires.

**Remerciements**

L'auteur remercie le Directeur et M. P. Lamusse de la M.S.I.R.I. de lui avoir communiqué la méthode adoptée par cet institut pour l'analyse de la canne et autorisé à présenter le désintégrateur utilisé par eux.

**Conclusions.**

Comme il est dit plus haut, cette communication n'avait pour but que de signaler aux chimistes quelques uns des problèmes auxquels ils pourraient s'attaquer, et n'a pas la prétention d'en avoir résolu aucun. C'est à vous jeunes chimistes de trouver ces solutions que l'avenir nous apportera certainement. Pour l'instant merci de votre patience.

## BIBLIOGRAPHIE

FOSTER, D. H. (1956) — Analytical Methods used in assessing mill tandem performance — 9th Congress ISSCT.

HONIG, P. (1953) — Principles of sugar technology. Elsevier, Amsterdam.

MADON, P. (1952) — Le filtre Oliver en sucrerie de canne. Ind Agr. Alim. 69, 3, 193.

SYMES, E. (1946) — Continuous processes of cane juice clarification and cane mud filtration. *Sugar and Alcohol Techniques.*

BEESLEY, E. (1957) — A further report on the grain seeding of vaccum pans. *Proc. 23rd Congress S.A.S.T. Assoc.*

LAMUSSE, J. P. (1958) — Applying the Douwes-Dekker formula for molasses exhaustibility to the molasses of the 1957 crop. *Technical Circular No. 10.* Mauritius Sugar Industry Research Institute.

DOUWES-DEKKER, K. (1957) A useful method of judging the performance of the low grade department. *S. A. Sugar Journal*, 41.11

KELLY, H. C. (1955) — Phase rule consideration in the crystallization of sucrose. *Proc. 22nd Congress Q.S.S.C.T.*

FOSTER, DAVIES & SOCKHILL (1957) — Crystallization in low purity syrups — *Proc. 24th Congress Q.S.S.C.T.*

OWEN, W. L. (1949) — Microbiology of sugars, syrups and molasses. Barr-Owen Enterprises. Baton Rouge.

## SUMMARY

*Some aspects of chemical control in sugar factories*

This paper discusses new methods for running some routine analyses in sugar factories and also suggests some completely new analyses which should be included in routine control.

It is suggested that the sucrose content of the cane be determined directly on the cane after treatment in powerful, high speed desintegrators A formula is given to estimate the mill extraction of every mill in a tandem from the analysis of the juice from each roll and of the bagasse leaving each mill. The ratio non-sucrose removed % non sucrose in mixed juice is suggested as a measure of clarification efficiency. The importance of calculating the percentage of solids in the muds that are removed by the filter is discussed The importance of standardising pan work and sugar boiling is stressed and the possibility of using the power demand of crystallisers with direct drive electric motors as a measure of the viscosity of massecuites is mentioned. Different methods of judging molasses exhaustibility are discussed. Micro-biological control of the factory and better control of boiler feed water and B. O. D. content of waste water is suggested.

# SOME NOTES ON THE GRADUAL EXPANSION OF A MILLING TANDEM

by

LINDSAY LINCOLN,

*Consulting Engineer, Médine S. E.*

**Introduction**

You will no doubt remember the unpromising years of 1946-47. Most of the equipment of our factories badly needed replacement after the long period of war and the terrible cyclones of 1945, but neither could we purchase, nor could Europe, which had not yet resumed its normal peacetime production, supply new equipment. We therefore had to carry on with our same old plants

The story of the development of the milling tandem at Medine Factory, which I am now going to relate, is a good example of the revival of our main industry from the dark post-war period up to its present state.

**Original tandem (1946-47)**

If you refer to the annexed table (fig. 1) you will notice that in 1946-47 the yearly cane production was 110,000 Tons (metric). The milling tandem consisted of : a single set of knives, a Krajewski 32" x 66 " two-roller crusher and a Fulton 32" x 66" two-roller crusher as preparatory units, followed by two 32" x 66" and two 30½" x 69" mills, all with plain rollers. The peripheral speed of these rollers was very low (20-22 ft/min.) and the average daily crushing capacity was 1,200 metric tons of cane. The average Reduced Mill Extraction obtained in 1946 and 1947 was 96.3 at a crushing rate of 6.4 tons of fibre/hour (48-50 tons of cane/hour).

**1st Modification (1948-49)**

The first rise in production came only two years afterwards and in 1948-49 the yearly output was 150,000 tons.

Obviously, the last two units of the 1946-47 tandem were its weakest part and accordingly they were replaced by three new 34" x 66" mills. The tandem consisted then of : The set of knives, Krajewski, three 34" x 66" mills and one 32" x 66" mill as last mill. The Fulton crusher and one 32" x 66" mill were also suppressed. Average daily crushing capacity 1,400 metric tons. Crushing rate registered in 1948 and 1949 ; 7.5 tons of fibre/hour at 95.6 R.M.E. (58-60 tons of cane/hour).

**2nd Modification (1950-52)**

With another rise in production (207,000 M. Tons average 1950-52) came another change in the composition of the tandem.

The necessity of having a better preparatory work caused the only set of knives to be shifted as cane leveller and a new set driven by a 200 H.P.

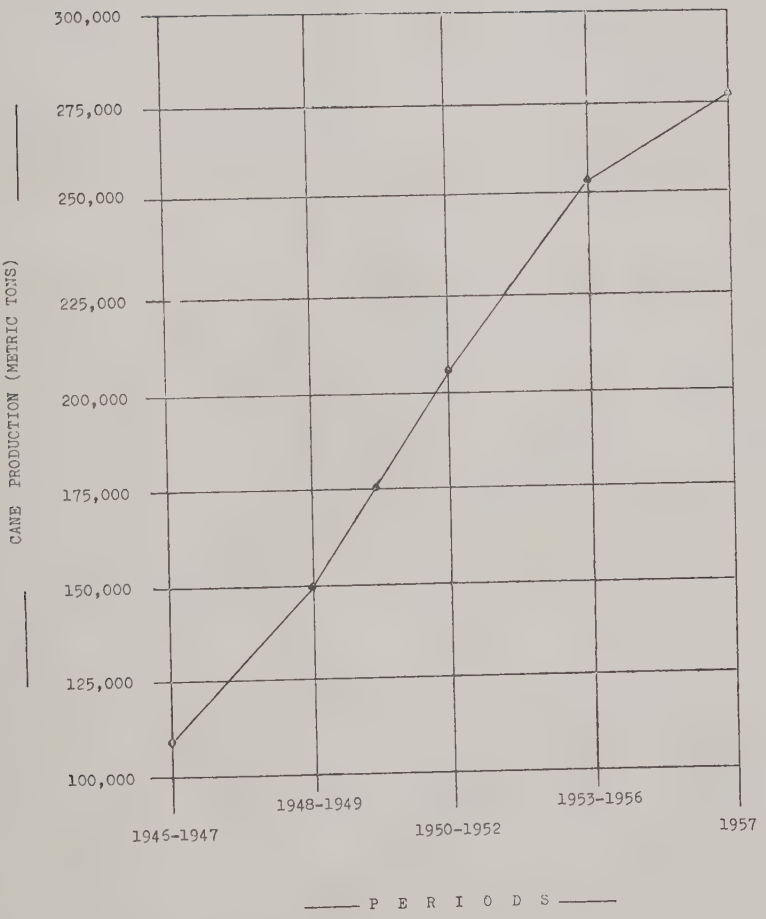

CANE PRODUCTION (METRIC TONS)
300,000
275,000
250,000
225,000
200,000
175,000
150,000
125,000
100,000
1945-1947
1948-1949
1950-1952
1953-1956
1957
P E R I O D S

Fig. 1

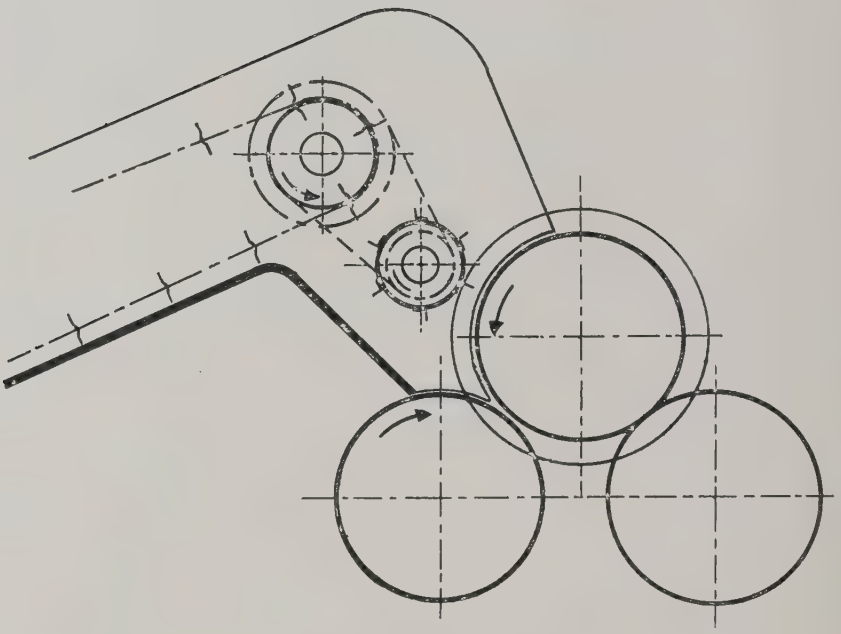


Fig. 2

Engine to be added as Heavy Duty. The Krajewski crusher was eliminated and replaced by a 34" x 66 " three-roller crusher with 2" x 55" intermeshing rollers. (Note that before 1949 three-roller crushers were almost unknown in Mauritius).

In 1950, we had also the opportunity to observe what Mr. Hugot had said in his book about grooving (1°. Advantage of intermeshing over plain rollers. 2°. Two mills with different groovings driven by same engine and 3°. Damage caused to rollers by cutting Messchaert grooves at the bottom of the V-grooves).

In 1952 the reduction gearing for the 1st three units was renewed and thus the peripheral speed of rollers was brought up to 32 ft/min. (Compare this figure which not very long ago was considered a high figure, to the actual average of 60 ft/min and even 75 ft/min at El Palmar).

Daily crushing capacity in 1950-52 was 1,900 M. Tons, the rate was 9.25 T. Fibre/Hour (80 Tons of Cane/Hour) at 95.2 Reduced Mill Extraction.

**3rd Modification — present Tandem (1953-57)**

From 1953-56 the average level of cane production was 255,000 Tons. In 1953 therefore we replaced the last two units of the tandem (i.e. one 34" x 66" and one 32" x 66" mills) by two 35" x 72" intermeshed rollers with 1" x 55" grooves and a maximum peripheral speed of 35 ft/min. These were the last major alterations made, except for the use of feeder rollers which gave very interesting results.

Another item of great importance in the improvement of the milling work was the adaptation of Edwards accumulators to the mills. The flexibility of the Edwards system has been particularly helpful in the case of hot bearings (Drop or reduction of hydraulic pressure for a few moments sometimes accompanied by forcing a lubricant with the help of a Tecalemit pump to prevent scoring and seizing of the bearing).

It is also interesting to note that through the use of chokeless pumps for the recirculation of juice, it has been possible to work up to now with the same cush-cush straining area as in 1946-47 (Total 46 sq. ft.). It was only in 1957 that the speed of the scraper chain was slightly increased.

During the 1953 and 54 crops the average crushing capacity never exceeded 2,200 Tons of Cane/day at 11.3 Fibre o/o Cane and 94.3 Reduced Mill Extraction although the engines were working at their highest speed. These figures may not have been the maximum possibility of that tandem because of the bad steam conditions that prevailed during those two years ; however, it was with the introduction of feeder rollers that both the capacity and performance of the tandem improved to a great extent.

**Feeder Rollers.**

1°. *Overfeed Feeder Rollers.*

The first feeder roller we used had to be removed immediately in order to allow milling to proceed. It was an overfeed feeder roller working in conjunction with a scraper type of carrier (fig. 2).

Its principle weak points were :

a. It was driven from the clutch of the intermediate carrier (In case of a choking at the mills, when the intermediate carrier was stopped, the feeder roller also stopped at a moment when there was the greatest need for it to be running).
b. The fact that it worked opposite to a feed chute that was static impaired its proper functioning.
c. The 3" x 3" angles welded longitudinally on the feeder roller were dragging back a certain amount of bagasse against the downward movement of the top roller causing a serious strain on the drive.
d. The peripheral speed was insufficient.

When later on we replaced the used up drag carrier by an apron carrier we tried the feeder roller again ; we had converted the drive into a fixed drive from the top roller shaft. The results obtained were very encouraging and finally when we increased the diameter and welded 1" angles over its surface the roller worked very well (fig. 3).

Its peripheral speed is about the same as that of the carrier and 25 o/o higher than that of the top roller. It is practically a fixed feeder roller. There is only one feeder roller of that type in the tandem, all the others being of the under-feed type.

### 2°. *Under-Feed Feeder Rollers.*

The first four milling units at Medine are working with an under-feed type of feeder roller. This type of feeder roller, when first supplied in Mauritius, was fitted with a small trashplate (fig. 4) which not only allowed particles of fibre to stick in between the teeth of the plate and the roller, but also had a tendency to wedge the bagasse blanket against the top roller and therefore to increase the compression already built up by the feeder roller. The driving chains could not resist the enormous resistance thus created and the trash plate had to be removed.

In its place, a small scraper was fitted a little further back ; this allowed a slight decompression of the bagasse and there was an immediate improvement. (In some cases a channel was used instead of the scraper and this gave even better results).

These feeder rollers are usually made of cast steel. Their peripheral speed is form 5 to 7 o/o higher than that of the mill rollers. They are grooved circumferentially and longitudinally although the latter are not strictly necessary. The feed chute has a slope of 55° and a chute length of only 24" — 30" is quite sufficient if necessitated by closely set mills.

Up to now, we have not developed any formula for the setting of these feeder rollers and the setting is still made by trial and approach. However, last year, Dr. Kerr worked out a setting for the three-roller crusher feeder roller based on a bulk density of 32 cu. ft/Ton of Cane (Metric). He found we had to close the feeder roller opening from 11 to 9½ inches. This new setting did

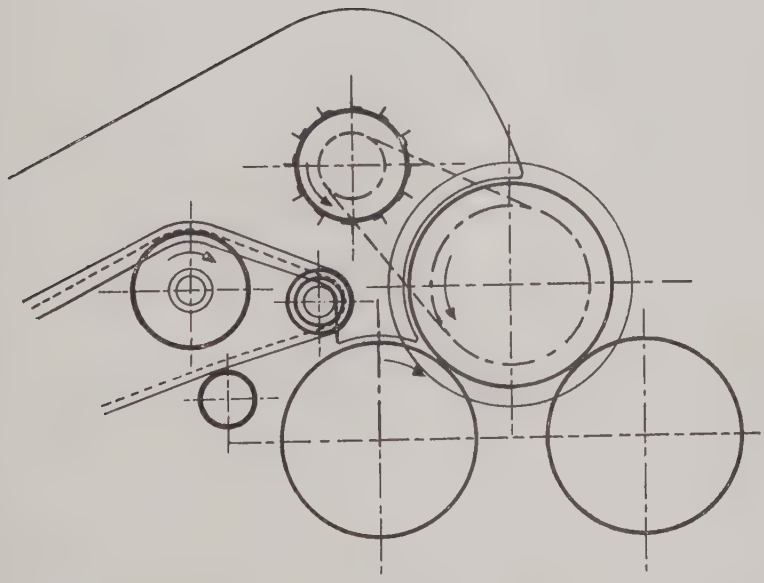


Fig. 3

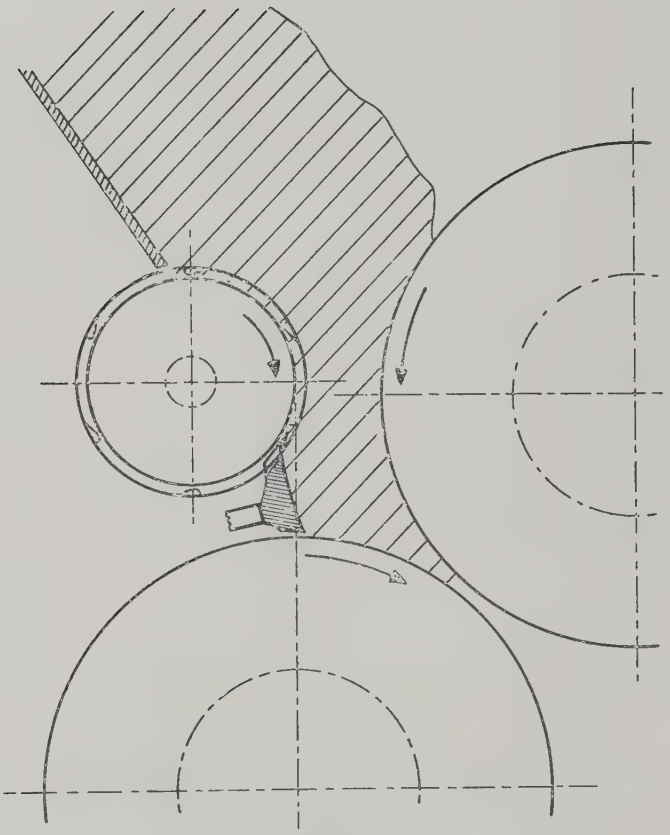


Fig. 4

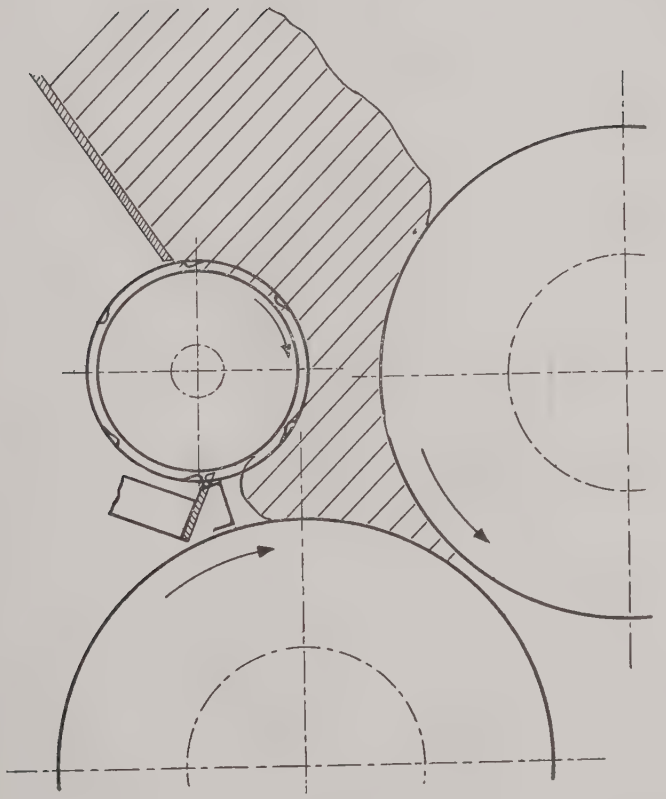


Fig. 5

# TABLE

| Period | KNIVES | | CRUSHING UNITS | | | | | | Cane Production | Crushing rate | Reduced Mill Extraction | Crushing capacity 24 hrs (M. Tons) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Leveller | H. Duty | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 5th | 6th | | | | |
| | | | | | ORIGINAL TANDEM | | | | | Tons Fibre/hr | | |
| 1946/47 Steam Pressure 80 lb/sq. in | | Mirrlees Watson 500 RPM driven by 125 HP V. HSp. Engine | Krajewski 32 x 66 Two Roller Crusher with 16 x 20 bearings | Fulton 32 x 66 Two Roller Crusher with 16 x 20 bearings | 32 x 66 plain roller mill 16 x 20 bearings | 32 x 66 plain roller mill 16 x 20 bearings | 30½ x 69 plain roller mill 12½ x 15" bearings | 30½ x 69 plain roller mill 12½ x 15" bearings | 110,000 Metric Tons | 6.4 | 96.3 | 1,200 |
| | | | | | Make S. Machinery | | | | | | | |
| | | | DRIVE | | DRIVE | | | | | | | |
| | | | U.S.E. horizontal Slow Speed Steam Engine 24 x 48 Gear Ratio 1 : 24 | Sugar Machinery Horizontal Slow Speed Engine 33" x 54" Gear Ratio 1 : 22 | | | 22 x 42 horiz. Engine G. Ratio 1 : 26 | 24 x 42 Mc Onie-Harvey Engine G. Ratio 1 : 28 | | | | |
| | | | | | 1ST MODIFICATION | | | | | | | |
| 1948/49 Steam Pressure 90 lb/sq. in | | Same Unit | Same Unit | 34 x 66 mill with 1" x 55° intermesh rollers 16 x 20 bearings | 34 x 66 mill with ½" x 55° intermesh rollers 16 x 20 bearings | 34 x 66 mill with ½" x 55° intermesh rollers 16 x 20 bearings | 32 x 66 mill plain rollers 16 x 20 bearings | | 150,000 Metric Tons | 7.5 | 95.6 | 1,400 |
| | | | | | Make : A. & W. Smith | | | | | | | |
| | | | | DRIVE | | DRIVE | DRIVE | | | | | |
| | | | | 33 x 54 S. Machinery Engine Same G. Ratio | | 26 x 48 Smith Engine | Mc Onie-Harvey Engine G. Ratio 1 : 28 | | | | | |
| | | | | | 2ND MODIFICATION | | | | | | | |
| 1950/52 Steam Pressure 90 lb/sq in. | Mirrlees Watson 500 RPM 125 H.P. | A & W. Smith 500 RPM 200 H.P. | A. & W. Smith 34 x 66 Three Roller Crusher 2" x 55° intermesh | SAME UNITS AS IN 1948-49 | | | | | 207,000 Metric Tons | 9.25 | 95.2 | 1,900 |
| | | | | | Change of Meshing to 1' | Meshing ½" | | | | | | |
| | | | DRIVE | | | | | | | | | |
| | | | U.S.E. 24 x 48 Steam Engine | | | | | | | | | |
| | | | | | 3RD MODIFICATION | | | | | | | |
| 1953/54 Steam 100-110 lb/sq. in | SAME UNITS AS IN 1950-52 | | Same Units as in 1950-52 but gears modified to raise peripheral speed of Rollers to 32 ft/min. G. Ratio 1 : 16 3 | | | A. & W. Smith 35 x 72 - 1" x 55° intermesh rollers. Bearings 17 x 22 P. Speed of Rollers 35 ft/min. | | | 255,000 Metric Tons | 11.4 | 94.3 | 2,200 |
| | | | | | | DRIVE | | | | | | |
| | | | | | | Horizontal Slow Speed Steam Engine 30" x 60" x 48 R.P.M G. Ratio 1 : 13.6 | | | | | | |
| | | | | | PRESENT TANDEM | | | | | | | |
| 1957 Steam Pressure 110 lb/sq. in. | 2nd Hand M. Watson 175 H.P. 500 RPM Set Up. | | SAME TANDEM WITH FEEDER ROLLERS INSTALLATION COMPLETED | | | | | | 276 000 Metric Tons | AVERAGE 13.5 PEAK 14.3 at | 95.7 95.4 | 3,000 |

not prove satisfactory as no allowance was made for the varying thickness of the blanket. We had to open it back to 11". The result obtained with the tandem completed with feeder rollers are the following :

1) Daily crushing capacity raised from 2,200 or 2,400 to 3,000 Metric Tons i.e. about 25% increase.

2) Average crushing rate in 1957 was 1.35 Tons of Fibre/Hour at 95.7 Reduced Mill Extraction with a maximum of 14.3 Tons Fibre/Hour at 95.4 Reduced Mill Extraction (127 Tons of Cane at 11.3 F%C) registered during a weekly trial.

**Conclusion**

In presenting these notes, I had no pretention of showing a model of the expansion of a milling tandem but simply an economic solution to a problem set up by an increase in cane production which has passed from 110,000 Tons in 1946 to 273,000 Tons in 1953, which figure was again reached and even slightly surpassed in 1957 with nearly 276,000 Tons.

It is very likely that had we ordered a complete new tandem in 1948 we might have underestimated its capacity.

Milling problems are particular and vary widely from one factory to another. I hope that those of you who are faced with problems of milling expansion may have found some benefit in the above example.

---

RÉSUMÉ

*Quelques notes sur l'augmentation graduelle de la capacité d'une batterie de moulins*

La sucrerie de Médine avait une capacité de 50 tonnes de cannes à l'heure en 1946 et a broyé 120 tonnes à l'heure en 1957. L'expansion de la batterie de moulins s'est faite en trois étapes.

En 1946, Médine avait un coupe cannes, deux défibreurs à deux cylindres et 4 moulins à cylindres lisses. La première modification en 1948 consista à remplacer les deux derniers moulins par trois moulins de 34" x 66". Un des défibreurs et un vieux moulin de 32" x 66" furent enlevés. La capacité fut portée à 60 tonnes à l'heure et l'extraction aux moulins améliorée. La seconde modification eut lieu en 1950-52 et l'on remplaça alors le défibreur par un défibreur neuf à trois cylindres et l'on installa un second coupe cannes. Des modifications du train d'engrenages permirent d'augmenter la vitesse périphérique des moulins et de porter la capacité à 80 tonnes à l'heure. Pour la dernière modification de 1953-57 l'on remplaça les deux dernières unités de la batterie par deux moulins de 35" x 72", l'on installa des rouleaux alimentateurs et des accumulateurs de pression Edwards. La capacité fut portée à 125 tonnes à l'heure. Les rouleaux alimentateurs sont décrits en détails et leurs avantages enuméres.

# ADAPTATION D'UNE USINE A LA VAPEUR SURCHAUFFÉE

par

FÉLIX ADAM

*Assistant-Directeur d'usine, Union-St. Aubin S. E.*

Durant les dernières années la plupart des sucreries mauriciennes ont installé des turbo-alternateurs. D'autres ont aussi installé, ou envisagent la possibilité d'installer des turbines pour mener les moulins et les coupe-cannes. L'installation de ces appareils demande l'installation de chaudières capables de produire de la vapeur surchauffée en quantité excédant la demande normale des turbines, afin de prévoir pour l'installation d'autres turbines au cas où il faudrait augmenter la capacité de l'usine dans un avenir prochain.

Nous nous trouvons donc en présence d'une certaine quantité de vapeur surchauffée. Il y a deux façons d'utiliser cette vapeur :

1. la détendre et la dessurchauffer, puis l'ajouter au circuit de vapeur saturée existant déjà,

2. l'utiliser tel quel dans des moteurs à vapeur qui, auparavant, marchaient à la vapeur saturée.

Nous étudierons ici ces deux possibilités.

Dans le premier cas l'apport de vapeur du circuit vapeur surchauffée au circuit vapeur saturée devra se faire par débordement à travers une valve du type Mason ; cette valve jouera donc le rôle de détenteur. La dessurchauffe devra s'effectuer après la détente en injectant de l'eau chaude provenant de l'économiseur, dans le tuyau de vapeur. Il est important que cette eau soit injectée sous forme de particules très fines ; on peut se servir à cet effet d'injecteurs du même type que ceux servant à injecter l'huile dans la vapeur pour le graissage des moteurs.

Cette première possibilité, de détendre la vapeur, semble désavantageuse ; car, après avoir brûlé du combustible dans les chaudières pour élever le niveau d'énergie de cette vapeur, nous l'abaissons sans en retirer profit.

Nous considèrerons maintenant la seconde possibilité celle d'utiliser cette vapeur surchauffée et à pression plus élevée, dans les moteurs en y apportant certaines modifications.

Si on veut obtenir plus de puissance du moteur en utilisant la pression plus élevée, il faudra d'abord s'assurer auprès du fabricant, ou recalculer les capacités d'effort des bielles, tourillons, axes, cylindres et pistons, afin d'établir les limites de puissance du moteur. D'autre part, si la puissance du moteur n'a pas à être augmentée, seulement les épaisseurs de cylindres à vapeur doivent être considérées. Les modifications à apporter au réglage dépendront du type de chaque moteur et de la puissance requise. Dans le cas des moteurs à régulateurs sur laminage on aurait intérêt à diminuer la période d'admission, ce qui donnerait une meilleure économie de vapeur. Pour les moteurs à régulateurs sur temps d'admission ceci devrait se faire automatiquement dans une certaine mesure.

Quant à la surchauffe, les principales transformations se porteront aux segments et au graissage.

Lorsqu'on admet de la vapeur à une certaine température dans le cylindre d'un moteur, l'espace qu'on a laissé sur le segment lors du montage se referme ; ceci dû à la dilatation sur la circonférence du segment. Si on augmente la température de la vapeur on devra aussi augmenter cet espace dans une certaine mesure, en proportion avec l'augmentation de la température de la vapeur. Dans le cas où l'on omettrait de le faire, le métal du segment serait outre-contraint et il en résulterait une usure anormale aussi bien qu'irrégulière du segment ainsi que du cylindre.

Dans les cylindres à vapeur saturée on se sert d'une huile dite « compounded » qui contient 3-8 o/o en poids de suif animal. Ce suif est ajouté à l'huile minérale afin de faciliter son émulsification avec la vapeur, cette émulsification étant nécessaire à la bonne lubrification des surfaces en contact. La viscosité de cette huile est de l'ordre de 95-150 SSU. à 250°F. Si on doit employer de la vapeur surchauffée il faudrait une huile ne contenant pas, ou contenant moins de 3 o/o de suif, et dont la viscosité serait de l'ordre de 160-300 SSU à 250°F., dépendant de la température de a vapeur. La seconde possibilité que nous venons d'envisager, semble très intéressante car elle nous permet d'obtenir un meilleur rendement des moteurs à vapeur existant déjà dans l'usine. Il est à noter ici que cette amélioration de rendement pourrait faire éviter temporairement l'installation d'équipement onéreux au cas où il faudrait augmenter la capacité de l'usine.

Après avoir étudié ici ces deux possibilités, il nous reste à décider à laquelle nous devons avoir recours ; ceci dépendra des conditions existantes à l'usine, et du coût relatif des deux possibilités. Il est évident que l'installation d'un détenteur et d'un dessurchauffeur coûte plus cher que la modification d'un ou deux gros moteurs à vapeur, et d'autre part la dépense encourue sur la modification devrait être compensée par l'amélioration en rendement d'un moteur de moulin ou autre.

SUMMARY

*Adaptation of a sugar factory to superheated steam.*

Sugar factories are now fitted with boilers producing superheated steam to drive steam turbines. Usually there is an excess of superheated steam. This can be used in the rest of the factory in two ways ; it can be transformed into saturated steam by passing through a reducing valve and adding water and then mixed with the saturated steam supply of the factory. This however involves a loss of thermal energy. This superheated steam can also be used to drive steam engines formerly driven by saturated steam. The power of the engine is then increased but certain precautions have to be taken. Compounded oils as used for the lubrication of engines driven by saturated steam should not be used with superheated steam.

# QUELQUES NOTES SUR LE CONTROLE DES EAUX DE GENERATEURS

par
J. C. DE FONTENAY
*Chimiste, Flacq United Estates Ltd.*

Il n'est pas courant à Maurice, dans nos laboratoires de sucreries d'effectuer un contrôle continu de la qualité des eaux d'alimentation des chaudières. Lorsque cependant l'on utilise des chaudières à fort taux de vaporisation et travaillant à une pression dépassant 200 lbs/□" ce contrôle devient quasiment indispensable. La mise en application d'un contrôle partiel de ces eaux à Union Flacq a fait voir la nécessité de certains traitements. Jusqu'ici les efforts n'ont porté principalement que sur le dégazage de l'eau et le deshuilage de la vapeur d'échappement. L'auteur a songé qu'il pourrait être utile de communiquer ici les méthodes appliquées par lui à ces contrôles en laboratoire ainsi que quelques chiffres qu'il a obtenus. Il n'est fait que brièvement mention dans cette communication des procédés utilisés à l'usine pour le dégazage et le deshuilage, ces parties faisant l'objet d'une autre communication à ce même congrès.

**Oxygène.**

A des pressions de vapeur n'excédant pas 200 lbs/□" il semble que le fait de maintenir une alkalinité suffisante de l'eau des générateurs empêche la corrosion due à l'oxygène. Au dessus de ce chiffre la corrosion due à la présence d'oxygène devient importante et il est désirable de diminuer, autant que possible, le volume de ce gaz en solution dans l'eau d'alimentation des générateurs.

Deux mois avant la fin de la campagne sucrière de 1957 un "dégazeur" de la marque Worthington a été mis en service à l'usine d'Union Flacq. Cet appareil se compose principalement d'un tank cylindrique de huit pieds de diamètre et de treize pieds de long contenant deux jeux de tablettes sur lesquelles l'eau d'alimentation est répandue également pour permettre un maximum de contact entre l'eau à dégazer et la vapeur. Ce " réchauffeur-dégazeur " fournit de l'eau à la température de la vapeur saturée contenant très peu d'oxygène dissous. Il est encore trop tôt pour tirer des conclusions quant à l'influence de cet appareil sur la corrosion des tubes des chaudières et des surchauffeurs mais l'analyse chimique de l'eau d'alimentation avant et après son passage dans le dégazeur a prouvé que l'appareil était efficient, l'eau d'alimentation contenant 4 à 7 p.p.m. d'oxygène en solution sortait de l'appareil avec 0.05 à 0.1 p.p.m. selon la pression de vapeur existant dans le dégazeur. L'appareil est donné pour travailler à 15 lbs/□" mais même à 12 lbs/□" on obtient aisément de l'eau ne contenant pas plus de 0.1 p.p.m. d'oxygène.

Avec un dégazeur thermique il n'est pas possible d'obtenir de l'eau complètement libérée d'oxygène mais la quantité résiduelle de ce gaz est si faible que, d'après les auteurs elle ne peut guère causer de corrosion appréciable.

Les dosages d'oxygène dans l'eau d'alimentation ont été effectués deux fois par vingt-quatre heures par la méthode de Winkler dont voici une brève description :—

La méthode est basée sur l'oxydation, en milieu alcalin, de l'hydroxyde manganeux en hydroxyde manganique par l'oxygène dissous dans un volume connu d'eau. L'hydroxyde de manganèse, en présence d'acide sulfurique ajouté subséquemment réagit avec l'iodure de potassium et libère de l'iode. Cet iode peut être dosé avec une solution titrée d'hyposulfite de soude et comme l'iode libéré est équivalent à l'oxygène dissous la quantité d'hyposulfite utilisée pour le titrage est en relation avec la teneur de l'eau en oxygène.

Ce dégazeur est le seul qui soit utilisé dans l'industrie sucrière à Maurice, il sera intéressant de suivre l'appareil et de noter les résultats au cours des prochaines campagnes.

**Huile dans les eaux d'alimentation.**

Avec des machines à vapeur le graissage des cylindres vient polluer la vapeur d'échappement. Une forte proportion de l'huile ainsi entrainée peut être enlevée par des séparateurs d'huile qui sont généralement installés sur les canalisations d'échappement. Il y a cependant une partie qui échappe au séparateur et qui après avoir causé l'encrassement de la surface extérieure des tubes des appareils à cuire et de la première caisse de l'évaporateur se retrouve dans les eaux condensées allant aux générateurs. L'huile ainsi entraînée est très nuisible à ces derniers. A Union-Flacq il y a un « deshuileur » à « chicanes » sur l'échappement de chacune des trois machines des moulins et le volume total de vapeur d'échappement en provenance de ces machines repasse par un quatrième séparateur contenant une épaisseur de tournures d'acier. En dépit de ces appareils il existe encore une quantité appréciable d'huile dans l'eau condensée, car les dernières traces d'huile en émulsion dans la vapeur après condensation ne peuvent être enlevées que par épuration chimique et filtration. Il est donc nécessaire d'éviter autant que possible cet entraînement d'huile et d'utiliser au laboratoire une méthode de contrôle assez rapide pour permettre des dosages fréquents.

Le méthode usuelle d'extraction à l'éther est longue et fastidieuse et ne saurait être employée comme routine au laboratoire. Un autre procédé qui a été mis en pratique pendant les trois dernières années à Union-Flacq utilise la propriété de l'huile en émulsion de causer une certaine turbidité de l'eau condensée, laquelle turbidité varie directement avec la quantité d'huile présente. Un colorimètre de la marque « Photovolt » qui possède une échelle allant de 0 à 100 est employé pour le dosage, l'appareil étant réglé pour indiquer 100 de lecture avec de l'eau distillée. L'étalonnage a été obtenu en pesant des poids exacts d'huile de même grade que celle en usage dans les machines à vapeur et en faisant des émulsions à forte température avec de l'eau distillée. Ces émulsions de valeur connues sont ensuite passées au colorimètre et les différentes lectures de l'appareil sont notées. Les résultats suivants ont été obtenus :

| Huile p.p.m. | Nil | 1 | 2 | 3 | 5 | 11 | 15 | 23 | 30 | 46 | 61 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lecture de l'appareil | 100 | 92 | 86 | 76 | 69 | 50 | 42 | 32 | 27 | 18 | 6 |

Lorsqu'on se sert de ces points pour tracer sur papier semi-logarithmique en prenant la transmission de lumière comme ordonnée et la teneur en huile (en p.p.m.) comme abscisse on obtient la courbe reproduite (fig. 1).

En prenant un exemple concret nous voyons que même pour une quantité très faible d'huile d'une partie par million la lecture de l'appareil diminue de 100 à 92. A 70 p.p.m. chiffre que nous n'avons jamais atteint, fort heureusement, en pratique, la transmission de lumière devient presque nulle.

Les échantillons d'eau condensée des appareils à cuire sont prélevés deux fois par jour, analysés aussitôt au laboratoire et la moyenne des résultats pour la coupe 1957 se chiffre à 4 p.p.m. avec des fluctuations allant d'un minimum de 0.5 p.p.m. à un maximum de 6 à 8 p.p.m.

## BIBLIOGRAPHIE

ANON : (1954) — " Laboratory manual for Queensland sugar mills ". Third edition, Pub. Division of Mill Technology, Bureau of Sugar Experiment Station, Queensland.

CROFT, T. (1946) — " Steam power plant auxiliaries and accessories ". Second Edition. Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York.

MATTHEWS, F. J. (1951) — " Steam feed water treatment " Third Edition, Hutchison's, London.

MASON, W. P. (1931) — " Examination of water " Sixth Edition Pub., Chapman & Hall Ltd., London.

## SUMMARY

*Notes on the control of boiler feed water.*

The methods used for the routine control of oxygen and oil in boiler feed water at Union-Flacq factory are described in this paper.

The feed water is analysed for oxygen before and after passing through a deaerator which reduces the oxygen content of the water from 4-7 p.p.m. to 0.1 p.p.m. Analyses are run twice a day by Winkler's method which is based on the oxidation of manganous hydroxide into manganic hydroxide by the oxygen present in water. Analyses to determine the oil content of the condensates from the vacuum pans are also done twice a day using a photoelectric colorimeter. Turbidity of the sample is used to measure the oil content. The average oil content of the condensate for the 1957 crop was 4 p.p.m.

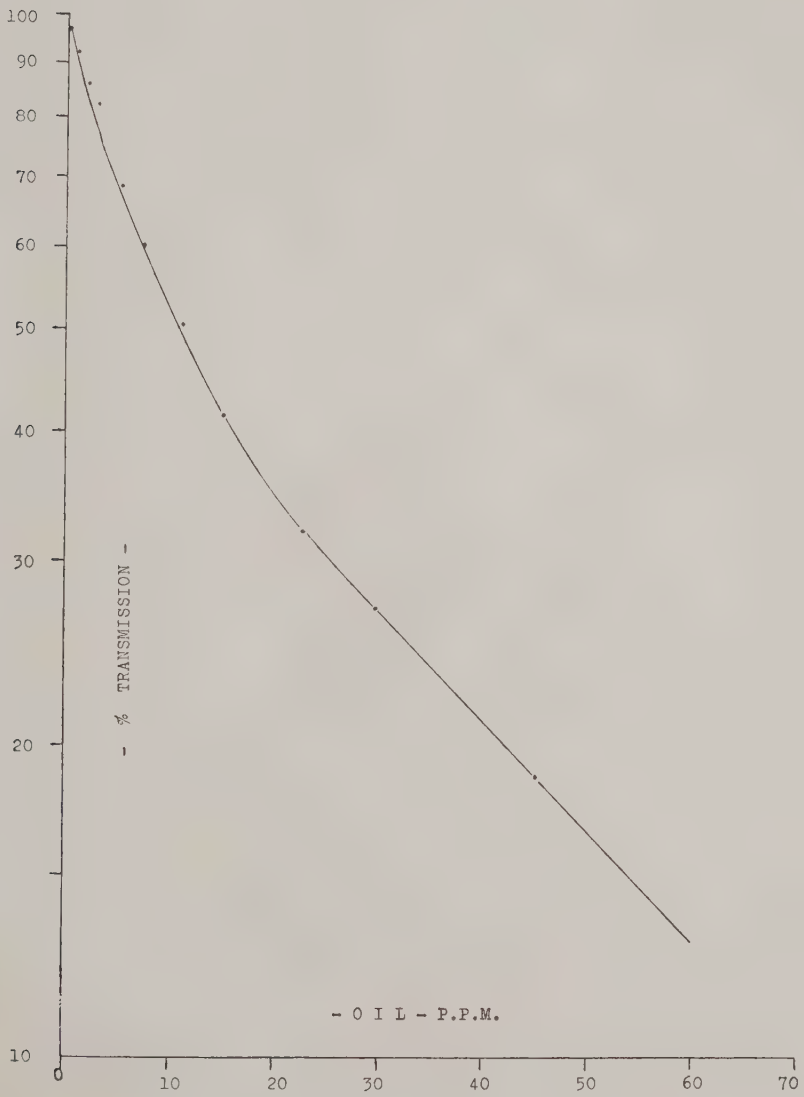

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
10
20
30
40
50
60
70
- % TRANSMISSION -
- O I L - P.P.M.

Fig. 1

# QUALITY OF BOILER FEED WATER

By

RAYMOND RAFFRAY

*Chemical Engineer, Flacq United Estates Ltd.*

Out of the 25 factories now in operation in Mauritius, 9 are equipped with high pressure water tube boilers — by high pressure I mean any pressure above 250 PSIG — and we can expect that in a fairly near future we will see most of our factories equipped with such boilers. It goes without saying that high pressure boilers require much more attention than conventional 100 PSIG fire tube boilers so familiar to all of us.

Among the new techniques and requirements brought about by the introduction of high pressure steam generation is the control of the feed water going to the boiler. In fact I consider the quality of boiler feed water as being of utmost importance for the proper performance of not only the boiler plant but also of the entire factory.

What do we mean by a good quality feed water?

A good quality feed water is one that *first*, will not form scales in the tubes *secondly*, that will not corrode or cause intergranular cracking to the boiler and *thirdly*, that will produce clean steam.

Those are the qualities required for boiler feed water and the greater the problem of scaling and corrosion, the more important it will be to satisfy these conditions.

Scale formation in a boiler reduces the heat transfer and can reduce the efficiency of the boiler to a considerable extent. It will cause over-heating of the tubes resulting in a higher rate of corrosion and danger of failures. It will increase the maintenance cost of the boiler by asking for a more tedious cleaning during the inter crop season.

For these reasons the water to the boilers must be free of all scale forming substances, that is of calcium bicarbonate, magnesium carbonate, magnesium sulphate silicates, calcium sulphate and any suspended matter which under the action of heat might coagulate and decompose to form more or less porous scales.

The question of corrosion is a much more straightforward problem. The water to the boiler must be free of substances that might react with iron. The water must not be acid and it must not contain oxygen or carbon dioxide. The pH of the water in the boiler should never fall below 8.3[1], (ANON. 1945). Leggett (1944) recommends a feed water of 7.6[2] pH in order to give about 9 in the boiler, in Cuba a pH as high as 10.5 to 11 (Gregrory 1947) in boilers is recommended, although at such a high value there are risks of

foaming, especially if the condensate contains compounded oil. (straight mineral oil will not saponify). Hugot (1950) prescribes a pH of 8 for the feed water.

The oxygen dissolved in the water can be very harmful at pressures above 200 PSIG. The oxygen liberated when the water boils is carried along with the steam causing pitting in the superheater tubes and in all condensate and steam lines. The British Standard (British Standard 1954) allows for .02 to .15 p.p.m. depending on pressure. Analysis of raw water used as boiler feed make up has shown oxygen content as high as 8 p.p.m. which is excessive.

Intergranular cracking is a localized metal failure that occurs at such points as rivet joints and tube holes. It is of an intercrystalline nature and is believed to result from the action of concentrated sodium hydroxide (sometimes used to maintain the pH of water in the boiler at the correct value) on steel under stress.

The words clean steam are self explanatory and clean steam is too often taken for granted. The impurities that might be carried along from the boiler by the steam are oil and silicates. The former is carbonised on valve and regulator stems and causes sticky operation of these units. I have been personnally victim of this inconvenience at Mon Desert Alma where we experienced several trippings of the turbo alternators due to the sticking of the speed regulating valve spindle on which carbon from the steam had been deposited.

Silicates present in the steam cause erosion of the blades in steam turbines, and when present in any large amount will shorten the life of the turbine.

Now that we have considered all the dangers arising from the use of a poor quality feed water, let us see what can be done about it.

The water to the boilers is made up of two constituents :

1° Raw water used as make up, and

2° Condensate from the juice heaters, evaporators and vacuum pans, which is usually of a much better quality than the raw water.

It is therefore most important to return the maximum of condensate to the boiler in order to reduce the make up water to a minimum.

Table I gives the average of several analyses of water used as boiler feed and also the highest and lowest value encountered in practice. The analyses of the raw water were obtained from the Department of Agriculture and I wish to thank Mr. Staub for having given them to me. (See Table I).

Table II shows the impurities introduced in the boilers for a factory grinding 100 Tons of cane per hour, producing about 100,000 lbs. of steam per hour and using raw water containing 95.7 p.p.m. total dissolved solids and condensate containing 4 p.p.m. of oil. (See Table II).

TABLE I

Parts per Million

| In P.P.M. | Suspended Matter | Silica | Fe, Al, Mn. | Lime | Mg. | Sulphuric Anhydride | Total Dissolved Solids | Cl. | Total Alkalinity | Carbonate Alkalinity | $NH_3$ | Nitric Anhydride | Temporary Hardness | Permanent Hardness |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| High | Traces | 46.4 | 12.0 | 36.0 | 28.1 | 9 9 | 162.8 | 13.6 | 89.0 | .70 | 13.7 | 30.0 | 55.0 | 66.3 |
| Low | ,, | 2.4 | Traces | 2.4 | 4 9 | 1.9 | 48.6 | 10.0 | 34 3 | 01 | 1.4 | .71 | 22.1 | 27.8 |
| Ave. | ,, | 23 2 | 9.6 | 20.9 | 12.2 | 4.1 | 95.7 | 11.9 | 50 0 | .16 | 3.3 | 9.9 | 35.9 | 45 7 |



TABLE II

| | Total solids (other than oil) introduced per hour | Total solids for 110 days crop | Oil introduced pr. hr. (along with condensed water) | Total oil for 110 days crop |
|---|---|---|---|---|
| 30% make-up | 2.87 lb/hr | 7580 lb | .28 lb/hr | 739 lb |
| 20% | 1.91 | 5040 | .32 | 845 |
| 15% | 1.43 | 3700 | .34 | 898 |
| 10% | .96 | 2535 | .36 | 951 |

We can see from this table that the impurities introduced in the boilers are far from being negligible.

If no means of treating the make up water is available and when both high and low pressure boilers are used, the feed water may be separated in such a way that only condensate goes to the high pressure boilers while all the make up water and what is left of the condensate go to the low pressure boilers — Care must be taken however not to send so much impurities to the low pressure boilers as to take the risk of bulging or overheating of the tubes.

Oxygen present in the raw make up water can be taken care of only by a de-aerator which is nothing more than a heater in which the water is brought to a temperature where the solubility of oxygen is so low as to be harmless. The oxygen liberated while heating is allowed to escape by a vent; or else the water can be chemically treated. This involves the addition of sodium sulphite to the water.

When a closed system is used with all the condensate returned to the boiler, there are great risks of oxygen absorption. Condensate, which is pure distilled water, has a great tendency for dissolving gases; the condensate must therefore never be allowed to come in contact with air. If the steam is condensed at say 10 PSIG in the heaters or evaporators, it should be kept at a high temperature and allowed to flash only in the boiler feed tank. This tank should always be closed with only one vent for the flashed steam. A flash resulting from a drop in temperature of 10 to 20°F will produce a good de-aeration (LYLE 1947). If the condensate is treated as I just mentioned the only thing that would make it unfit for boiler feed would be the pH and the presence of oil.

The pH can be adjusted by the addition of sodium carbonate or sodium hydroxide so as to have a value of 9.5 or 10 in the boiler. This also holds true for raw water used as make up.

Oil can best be taken care of prior to condensation while still in the form of droplets in suspension in the steam. Many different types of separators exist for this purpose; the most widely used being of the centrifugal or the impingement type. Two such separators at Mon Desert Alma reduced the oil content of the condensate from 60 PPM to 4 PPM.

Conditioning raw water for use in a boiler is much more complicated. Besides the pH which should be adjusted to the correct value, the raw water should be de-aerated, and softened. The water should also be treated so as to obtain a sodium sulphate to sodium hydroxide ratio of 2:5 in the boiler in order to prevent intergranular cracking.

The raw make up water must be treated to make it non-scaling. In this respect many different methods exist which vary in complexity and effectiveness. I will mention first the ion-exchange method where the calcium and magnesium salts are replaced from solution by harmless sodium salts. Secondly the internal

treatment, which consists in introducing soda ash or sodium hydroxide inside the boiler to take care of the pH, and sodium metaphosphate to precipitate calcium and magnesium salts as a removable and insoluble sludge. And thirdly the lime-soda softening process which consists in using lime to remove carbon dioxide, and most scale forming substances according to the chemical equations given below :

(1) $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$

(2) $Ca(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2 = 2CaCO_3 + 2H_2O$

(3) $Ca(OH)_2 + Mg(HCO_3)_2 = 2CaCO_3 + Mg(OH)_2 + 2H_2O$

(4) $Ca(OH)_2 + MgSO_4 = CaSO_4 + Mg(OH)_2$

(5) In the presence of soda, any slight excess of lime is converted into caustic soda :

$$Ca(OH)_2 + Na_2CO_3 = 2NaOH + CaCO_3$$

To quote : (GERRARD) lime properly applied will absorb all the free or " agressive " carbon dioxide and render the treated water non-corrosive in most cases. Steam generated from the treated water will not attack pipelines, traps or valves. Lime is virtually the only reliable cure for corrosion of condensate systems. It will destroy the " temporary hardness " of water and overcome the main causes of scale in water distribution pipes, calorifiers, heat-exchangers, fuel economisers — in fact, in any place where the water is heated but not evaporated. It will remove all forms of magnesia hardness and, in doing so, will bring about a reduction in the silica content. It raises the pH value and, in the presence of soda, provides that modicum of " causticity " which is the foundation of successful softening by the lime-soda process.

RÉSUMÉ

*Qualité de l'eau d'alimentation des chaudières*

Les chaudières aquatubulaires fonctionnant à 17,5 kg/cm² ou plus remplaçant graduellement à Maurice les chaudières à tubes de fumée et basse pression. L'auteur fait ressortir l'importance croissante du contrôle des eaux d'alimentation de ces chaudières. Après avoir souligné les dangers résultant de l'emploi d'une eau d'alimentation défectueuse, il passe en revue les moyens de traiter les eaux de complément et de retour de façon à contrôler leur qualité.

# POWER FACTOR IN INDUSTRY

by

ROLAND HARDY

*Electrical Engineer, Forges Tardieu Ltd.*

**What is P. F. ?**

The current taken by almost any alternating-current appliance, excepting filament lamps and other forms of resistance heating, is made up of two components : one being the power-producing current, and the other a magnetising or wattless current which produces only magnetic effects and is not convertible into useful output.

The power factor represents the proportion of the total current which can be converted to useful work, that is to say :

$$\text{Power Factor} = \frac{\text{Power-producing current}}{\text{Total current}}^{*}$$

More conveniently the Power Factor may be expressed as :

$$\frac{\text{Working Power (KW.)}}{\text{Apparent Power (KVA.)}}$$

The wattless unit corresponding to the kilowatt and to the KVA is the kilovar. These units are related by the simple formula.

$$(\text{KVA})^2 = (\text{KW})^2 + (\text{Kilovar})^2$$

which you will recognise as the relation between the sides of a right-angled triangle.

It will be evident from these considerations, that the best condition of unity power factor is attained when the magnetising or wattless current is zero.

Unfortunately it is practically impossible to eliminate the magnetising current, as a current will always produce some measure of magnetic effects. Besides, in such machinery as transformers and induction motors, it is essential for the transmission of power, although it produces no power itself. The load taken by almost any a.c. appliance has therefore a power factor less than unity, the actual value depending upon the type and design of the appliance, as well as upon its utilisation factor.

A Power Factor is either " leading " or " lagging ". To explain these terms it can be said that machinery that *supplies* kilovars has a leading power factor, and machinery that *requires* kilovars has a lagging power factor.

*The figures quoted in this article may all be derived from these formulae.

**What are the causes of low P. F. ?**

One of the main reasons of low p.f. in industry is the increased use of induction motors (squirrel cage, and slipring), owing to their robustness and relatively low cost. Their operation depends entirely on the production of a magnetic field to transmit the power, and consequently these motors take a relatively large magnetising current. At no load or light loads, the power component of current is small and represents only a small proportion of the total current. The power factor may be as low as .25.

At normal full load, the power component is sufficiently large to raise the power factor to an average of .85 for small motors and .92 for large motors.

It is current practice in factories in Mauritius to over-motor drives, either to be " on the safe side ", or to have in hand spare power for eventual increased production. In other instances the drives have to be purposely over-motored to cope with intermittent heavy duty when the full power is required. One example is the drive for cane-knives, another the drive for centrifugal pumps connected to barometric condensers.

The motors driving the centrifugals are also to some extent over-motored, the purpose being to give rapid acceleration and deceleration. During *acceleration* and braking the p.f. is poor, and when maintaining it is only slightly better. In all of the above instances the motors are not fully utilised, and consequently the overall power factor is low.

The overall power factor of the installation is

$$\frac{\text{sum of individual KW}}{\text{sum of individual KVA}} \quad \text{or} \quad \frac{\text{overall power.}}{\text{overall apparent power.}}$$

The low power factor of any appliance therefore will contribute to deteriorate the overall power factor.

**What are the effects of low P. F. ?**

Here, we must consider the effects of a current flowing in a conductor. It produces (i) a heating effect (ii) a voltage drop along the conductor. If the cable is of insufficient size, the heating effect, besides causing appreciable energy loss, may be detrimental to the conductor insulation. Likewise, the voltage at the receiving end of the conductor may be considerably lower than at the sending end, in which case the output of a motor will be reduced, eventually causing the motor to stall, or to trip out.

A load with a low power factor requires a relatively large wattless current. The *total current* will therefore be much larger than that necessary to transmit the power, with the result that a larger cable must be used. Or if the p.f. of an existing installation falls too low, the cables may become overloaded, and the voltage will fall.

There is also the supply side to consider. The wattless current, or kilovars, have to be supplied from the alternator. If the proportion of kilovars to kilowatt is unduly large as is the case with a low p.f., the useful output of the alternator is reduced. In other words if the overall p.f. of the factory is lower than the rated p.f. of the alternator, the full KW cannot be obtained from the machine.

**What is a good or bad P. F. ?**

In very broad terms values of power factor of .85 and higher may be considered good. .7 to .85 are average values, whereas .6 is definitely on the low side. At .6 p.f., 40 % of the *maximum* capacity of an installation is not being fully utilised. Also if the alternator supplying the load is rated at .8 p.f., and the load p.f. is .6, the normal useful output of the alternator is reduced by 25%.

**How to correct for P. F. ?**

As mentioned previously the wattless or magnetising current is, if not essential, at least unavoidable in an electric circuit. It cannot be eliminated, but it can be allowed for or compensated. An allowance is made in the turbo-alternator itself which is designed to supply kilovars as well as kilowatts. For example an alternator of 1000 KVA at .8 pf. is designed to supply 600 kilovars and 800 kilowatts.

The general principle of power factor correction is to provide for the unwanted kilovars (i.e. kilovars in excess of the right proportion) from sources other than the alternator.

For this purpose amongst others, two common forms of kilovar generators are available : the synchronous motor and the capacitor (condenser).

As an illustration we shall consider the above alternator supplying an installation of p.f. .62. The maximum power available from this alternator at this p.f. of .62 will be 620 KW, and the corresponding kilovars 785.

Suppose now it is desired to correct the power factor so that the power available is the rated 800 KW. The compensation required will be (785-600) = 185 kilovars, and thereby the extra power available is (800-620) = 180 KW. With this compensation the overall power factor will have been brought up from ,62 to .8.

**Methods of P. F. correction**

Of capacitors kilovar generators mentioned above, the static condenser is generally recognised as the more economical in most applications.

The capacitor is of simple and robust construction and has no moving parts. Once installed it needs no maintenance. Moreover it is of very high efficiency (of the order of 99.9%), and its power consumption is practically negligible. With regard to the application of capacitors however, a few points must be borne in mind.

The simplest and most effective way of connecting a capacitor is directly at the motor terminals. The kilovars required by the motor are thus supplied directly from the capacitor, and the connecting cables from the busbars are thus freed of the burden of these kilovars. Besides, the capacitor is switched off with the motor, so that the compensation is in some measure automatic. But there is a safety limit to the size of capacitor that can be connected to a given induction motor, The limiting kilovar value may be said to be the value of the magnetising kilovars of the motor. For safety the kilovar value of the capacitor should be slightly lower than this limiting value. (80-90 % of this value). If a larger capacitor is used, on switching off the motor a phenomenon of self-excitation takes place.

A voltage rise of several times the normal voltage is produced, and may wreck the insulation. What actually takes place is that on switch-off, the motor winding by the capacitor action for a moment retains its magnetism and, as the motor is still running practically at full speed under inertia forces, a voltage is generated by the motor. This voltage is automatically applied to the capacitor connected at the motor terminals, and the capacitor generates kilovars *in excess* of the motor requirements. These kilovars directly magnetise *in excess* the motor windings, and a further higher voltage is generated. The process repeats itself, and within a few cycles the voltage reaches a dangerous value.

With a properly sized capacitor, an overvoltage will not arise. The capacitor kilovars produced by the motor voltage will not over excite the motor, and consequently the voltage in the machine will be less than the normal voltage, and will gradually die down as the motor slows down. However for a few seconds after switching off there will be a voltage at the motor terminals which may be dangerous to human life. Most modern capacitors are fitted with internal discharge resistors to reduce this " voltage decay period " to a minimum.

The motor with a capacitor at its terminals will therefore act as a generator when the supply is switched off. The higher the speed of the motor (running under inertia), the higher the voltage generated. For this reason one must be cautious when the motor may be carried away by its drive, as is the case with crane motors or heavy centrifugals.

The centrifugals motors are usually two speed, the speeds being in the ratio 1 : 2. Supposing there is a mains failure when the motor has just changed from the high to the low speed, the motor will be running at a speed which is nearly twice the low speed. If a capacitor is connected on the low-speed winding, the motor will then generate voltage at nearly twice normal speed for that winding. A very high voltage can thus arise, which can be more serious than the over-voltage due to an over-sized capacitor. A capacitor should therefore never be connected to the low-speed side of such a motor.

It may however be connected to the high speed winding, and the compensation is obtained only while this winding is in operation, that is during only part of the cycle. The overall compensation obtainable from a bank of centrifugals with individually connected capacitors will thus depend upon the proportion of the motors running at high speed, and this is bound to vary considerably during operation.

A further point to consider is that it is not practical to have capacitors connected to motors which have infrequent duty, or to motors below a certain size. The aggregate contribution of their capacitors would be so small or the utilisation so poor, as to make it uneconomical.

If then the total required compensation cannot be obtained from individually connected condensers, the balance may be lumped into one, or more banks of capacitors to be connected at suitable points of the circuit. The guiding principle in this case should be to connect in such a way that the banks are switched off with some portion of the circuit, so that as the total load is reduced, so is the compensation.

One particular instance may be mentioned where three such banks had to be connected. In this case the overall compensation required to bring the p.f. from .62 to .8 (minimum values) was 515 kilovars. The maximum compensation obtained from individually connected condensers on motors of 15 B.H.P. upwards was 328 kilovars. No individual compensation had been applied on the centrifugals motors. The remaining 187 kilovars were split up in 3 banks.

One of the capacitor banks was connected in the main switchboard on the exit side of the centrifugals feeder. If this feeder was switched off, the bank was "ipso facto" switched off. The other two banks were connected on the inlet side of the two alternator feeders at the main switchboard. Switching off of one alternator involved a reduced load on the busbars, with consequent reduction of compensation as the capacitor bank was also taken off the busbars.

Caution must be paid in any case to the amount of kilovars which may be left on an alternator running light. Excess of kilovars will cause the alternator voltage to become unstable.

In the case of bulk capacitors connected to the busbars it is always possible to arrange for automatic switching in and out of the banks according to the variations of power factor with the load. This is accomplished by an automotic p.f. relay with the requisite number of switching stages. The greater the number of stages the more smoothly the changes of power factor can be followed up, but also the less rapid is the response of the relay. In most cases it is preferable to sacrifice the number of stages to the response of the relay.

A final point must be made relative to capacitors. A capacitor con-

nected to a circuit will not maintain a fixed improved power factor. Its effect is to raise *the limit of fluctuation of the power factor*. If the initial power factor varied between .6 and .71 say, the final power factor can be raised to vary between say .8 and .93, or some other limits.

**Synchronous motor.**

This machine is a 3-phase a.c. motor with direct current excitation. Within design limits, it is made to supply kilovars by over-exciting its magnetic field.

Such motors may be designed to deliver maximum kilovars as well as maximum H.P. according to requirements. If the motor supplies only kilovars it is termed a synchronous condenser. In factories a synchronous condenser is rarely an economic proposition. The synchronous motor however can be adapted in some cases with advantage where a steady drive is required.

If advantage is to be taken of both the power compensation and of the mechanical power available the motor should be used for a drive that is required as long as there is any substantial load on the busbars.

The power factor compensation obtained within the limits of the machine can be very smoothly adjusted by regulation of the field current. If hand regulation is used, a preset amount of compensation may be given, raising the power factor limits as in the case of the capacitor.

With automatic regulation however, the compensation is smoothly metered out by the regulator to give the exact value of power factor required, and to maintain it at this value under changing load conditions. The regulator is essentially the same as the voltage regulator of an alternator.

I should add here that any synchronous motor running light will act as a synchronous condenser.

An ordinary alternator may also be run as a synchronous motor to rectify power factor.

An interesting application of power factor compensation by synchronous motor is to be found is one factory. In this case the synchronous motor was made to drive its own exciter, a low-frequency alternator used for the ploughing of the centrifugals, as well as the alternator exciter. This motor could deliver some 15 B.H.P., and 300 kilovars for power factor correction, adjustable according to requirements. Power factor correction at this factory was a vital necessity to enable the alternator to cope with the load. The anticipated factory load was 350 KW at .7 p.f., (corresponding KVAr 357). Centrifugals requirements were 460 KW at .55 p.f. average (corresponding KVAr 703), and the reserve power 190 KW. This meant a total of 1000 KW and 1060 KVAr

or 1460 KVA at p.f. .68. The alternator was of 1250 KVA at .8 p.f. and could therefore supply 100 KW and 750 KVAr. It is seen that the KW requirements could be met by the alternator, while the KVA requirements could not.

A correction of (1060-750) KVAr = 310 KVAr was therefore necessary. With this correction, if the reserve 190 KW were employed at unity p.f., the factory would run at 1000 KW, 750 KVAr, 1250 KVA and .8 p.f. If the reserve 190 KW were employed at .7 p.f., a further correction of 200 KVAr would be required to bring the overload p.f., to .8 as before.

The actual power factor at this factory now ranges between .78 and .95.

**Relative merits of above methods**

In all cases the choice of one scheme depends on its suitability, and to a great extent upon its economic aspect.

A capacitor installation is the solution for a fully equipped and fully electrified factory. Automatic operation will be advantageous if no skilled attendant is available.

A further advantage of a capacitor installation is that it lends itself to extension, it being always possible to add further capacitors to new low-power-factor equipment or to the installation as a whole.

If however the installation of some new motor is contemplated, it may be profitable to adopt a synchronous motor supplying the requisite kilovars as well as the horse power. The motor will definitely be more expensive than an induction motor but may be cheaper than the induction motor plus capacitors. It would be good practice in the electrical development of a factory to allow for a few synchronous motors on suitable drives. The outlay incurred with a single motor of large kilovar output would thus be divided between two or more smaller motors installed, according to factory development and consequently to kilovar requirements.

Again, a factory in course of development and installing new altenators may well order alternators supplying their load at a power factor lower than the usual .8 which is taken as the economical optimum.

This will increase the initial cost of the alternator, but may well represent a saving in the long run. Not much however would be gained with an alternator supplying at a power factor less than .75.

These remarks will make it clear that no scheme is typical. Every installation must be considered on its own merits and suitability, keeping in view that the simplest suitable scheme is usually the best.

## APPENDIX

Suggested maximum capacitor rating when an induction motor and capacitor are switched as a unit.

| Motor H.P. | Kilovar rating of capacitor | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3000 RPM | 1500 RPM | 1000 RPM | 750 RPM | 600 RPM | 500 RPM |
| 3 | 2 | 2 | 2. | 2.5 | 3. | 4.5 |
| 5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 3.5 | 5 | 5.5 |
| 7½ | 3.0 | 3. | 3.5 | 5. | 7. | 7.5 |
| 10 | 3.5 | 3.5 | 4.5 | 6.5 | 8. | 12 |
| 15 | 5. | 5 | 6.5 | 8. | 10 | 14 |
| 20 | 6.5 | 6.5 | 8. | 9.5 | 11.5 | 15 |
| 25 | 7.5 | 7.5 | 9.5 | 11.5 | 14 | 17.5 |
| 30 | 9. | 9. | 11.5 | 12.5 | 15 | 20 |
| 40 | 11.5 | 11.5 | 13.5 | 15 | 19 | 25 |
| 50 | 15 | 13.5 | 16. | 19 | 24 | 30 |
| 60 | 17.5 | 17.5 | 19. | 22.5 | 27.5 | 34 |
| 75 | 21. | 20. | 22.5 | 26 | 32.5 | 41 |
| 100 | 27.5 | 26 | 31 | 34 | 41 | 50 |
| 125 | 34 | 32.5 | 37.5 | 41 | 50 | 60 |
| 150 | 41 | 37.5 | 44 | 47 | 60 | 65 |
| 200 | 50 | 47 | 53 | 60 | 75 | 81 |
| 250 | 62.5 | 56 | 65.5 | 72 | 87 | 97 |
| 300 | 72 | 65.5 | 75 | 81 | 100 | 110 |
| 350 | 81 | 75 | 85 | 94 | 110 | 120 |
| 400 | 88 | 81 | 94 | 106 | 120 | 130 |
| 450 | 94 | 85 | 100 | 115 | 125 | 140 |
| 500 | 97 | 90 | 103 | 122 | 135 | 145 |

RÉSUMÉ

*Le facteur de puissance dans l'industrie*

L'auteur discute les causes et les effets d'un facteur de puissance trop bas, des deux moyens de l'améliorer, des différents mérites de ces deux moyens.

Le facteur de puissance est la proportion du courant en circuit qui accomplit un travail utile. Si cette proportion est trop faible le circuit pourrait devenir surchargé ; de plus un facteur de puissance trop bas diminue l'efficience des moteurs et des générateurs. On l'améliore au moyen de condensateurs placés à certains points du circuit. L'auteur discute les différentes façons d'installer ces condensateurs et des précautions à être observées. Une autre méthode est l'utilisation d'un moteur synchrone. Celle-ci a aussi l'avantage de fournir un contrôle continu du facteur de puissance en effaçant les variations occasionnelles de ce facteur.

# SÉANCE DE CLOTURE

## I. Allocution de M. Louis Baissac.

Je crois que je suis le doyen de la *Société de Technologie Agricole et Sucrière* qui a fait ses débuts en 1910, et à laquelle j'ai adhéré dès cette date.

Nous avons eus des débuts difficiles, mais le progrès dans notre Association a certainement été dû en grande partie au développement du Collège d'Agriculture. Les élèves de ce collège ont rempli des cadres qui sont venus renforcer les activités de notre Association. Je suis fier d'avoir formé des étudiants qui forment partie aujourd'hui de l'administration des propriétés, d'autres qui enseignent au collège comme professeurs. Cela évidemment ne me rend pas très jeune.

Je veux vous parler aussi d'un projet qui a été mis en avant par le Dr Kerr. C'est que la Société de Technologie aurait avantage à avoir son siège social à l'Institut de Recherches et j'espère que les deux associations pourront être sous le même toit et pourront travailler ensemble pour le bien de notre Association.

M. Bouvet

M. Baissac je vous remercie et puis vous dire, qu'en principe, le comité de la Société de Technologie envisage de modifier ses statuts de façon à pouvoir transférer le siège de la Société.

## II. Allocution du Dr P. O. Wiehe

Je voudrais revenir sur une question qui a été soulevée au cours du congrès : c'est celle ayant trait à la suggestion que j'ai faite au cours de ma causerie sur les variétés de cannes, à savoir qu'il serait peut-être bon que dans l'avenir les établissements sucriers élargissent leurs cadres pour y inclure un agronome. Non pas que l'organisation actuelle soit mauvaise, mais il est clair que nous ne pouvons pas rester stationaires, car autrement on ne saurait éviter une rétrogradation.

Cette suggestion a été faite dans le seul but d'essayer de rendre l'industrie sucrière encore plus efficiente, afin de tirer le meilleur parti possible des connaissances que la recherche met à la disposition des planteurs.

Une seconde question dont je voudrais parler est celle ayant trait à la relation entre la *Société de Technologie* et *l'Institut de Recherches*. Je puis vous assurer que nous avons été extrêmement heureux d'accueillir la Société chez nous et je vous remercie de votre indulgence pour les con-

ditions, peut-être assez inconfortables, dans lesquelles vous avez assisté à ce congrès. Espérons qu'avec un peu de coopération de la part du Service de la Santé qui n'a pas encore livré les bâtiments achetés depuis bientôt quatre ans, il nous sera possible pour le prochain congrès, de vous recevoir d'une façon plus adéquate.

Notre président a dit au cours de son discours d'ouverture, que l'Institut de Recherches « recevait » pendant ce congrès. Je voudrais ajouter que nous sommes toujours « AT HOME » pour tous les planteurs et ceux qui s'intéressent à la fabrication du sucre. Merci.

## III. Allocution de M. ERNEST BOUVET

Messieurs,

Nous voici donc arrivés à la fin de notre premier congrès sucrier. La semaine qui vient ainsi de s'écouler aura apporté une contribution dans l'histoire de notre industrie sucrière. Le premier pas ayant été fait, nous aimons à penser que nos successeurs continueront dans la même voie et que le succès qu'a connu cette manifestation ira grandissant de congrès en congrès.

Lorsque le Dr. Kerr avait exprimé l'opinion que nous pourrions très facilement organiser une conférence sucrière avec les éléments dont nous disposions je dois avouer que malgré mon désir de voir se réaliser ses espoirs, j'étais quand même un peu sceptique. Aujourd'hui j'ai immensément de plaisir à constater que mes craintes étaient largement injustifiées, d'autant plus que nos invités sont venus renforcer dans une large mesure la somme de connaissances considérables dont ont fait preuve nos conférenciers.

Vu l'abondance d'excellentes communications que nous avons eu le plaisir d'entendre, il serait très difficile d'en signaler les plus belles, je me contenterai donc de féliciter tous les auteurs sans distinction. Il y a eu cependant certaines idées originales qui ont été émises et que nous devrions retenir afin d'étudier plus à fond la possibilité de nous en servir en pratique Nous retiendrons particulièrement les suivantes.

i. Adjonction d'un agronome diplomé à l'état major de nos gros établissements sucriers.

ii. Le choix d'une variété commerciale d'après sa rentabilité selon la formule Hugot.

iii. Le système de conduite automatique des conducteurs de cannes en vue d'assurer une parfaite alimentation à la première unité du tandem.

iv. La possibilité d'avoir recours à une disposition spéciale des appareils en vue d'éviter la destruction du floc entre les bacs chauleurs et les clarificateurs.

v. L'élargissement du contrôle chimique en contrôlant plus à fond le travail des moulins individuellement, et en déterminant l'efficience de la clarification et de la filtration, et finalement

vi. L'incorporation dans le système actuel d'un contrôle microbiologique.

Toutes ces idées, et bien d'autres encore, nous ont été livrées généreusement par les auteurs des communications et chacun est maintenant libre d'en tirer profit. Je ne doute pas un seul instant de la portée qu'aura cet échange généreux d'idées et de connaissances.

Ce congrès aura aussi servi à resserer les relations entre la recherche et l'application ; c'est donc une manifestation indispensable à la vulgarisation des connaissances fondamentales d'origine biologique, technologique et mathématique.

Avant de terminer je voudrais remercier encore une fois la Chambre d'Agriculture et le comité du Fond de Réserve de l'Industrie Sucrière pour la généreuse contribution qui a conduit à la réalisation de ce congrès.

Aux membres de mon comité pour leur collaboration précieuse, au Dr. Wiehe et son état major, vont mes remerciements bien spéciaux. Je n'ai pas besoin de dire que sans l'inépuisable dévouement du Dr. Wiehe et des membres de l'Institut de Recherches, ce congrès n'aurait jamais connu un quart du succès qu'il a remporté.

Aux présidents de séances qui ont su si bien présenter les conférenciers et conduire les débats qui suivirent les communications,

A la M.S.P.A. et aux maisons de commerce pour les magnifiques réceptions qui ont servi à resserrer les liens d'amitiés entre tous, à Messieurs Joseph Lagesse et Fernand Leclézio pour nous avoir invité à visiter les travaux gigantesques de la Plaine des Roches et d'irrigation par aspersion à Mon Loisir et Médine respectivement,

Aux conférenciers pour leurs contributions dont le niveau a été si élevé que cela a dû leur causer un travail considérable de préparation,

Aux délégués des trois pays qui participèrent d'une manière si vivante aux travaux de ce congrès,

Au Directeur par intérim du Collège d'Agriculture et à tous ceux qui de près ou de loin, directement ou indirectement, nous ont apporté leur contribution,

J'adresse mes plus vifs remerciements.

Messieurs, le temps presse et je m'en voudrais de vous retenir plus longtemps, je vous remercie d'être venus si nombreux malgré vos occupations, d'avoir été si attentifs et d'avoir pris une si grande part aux débats. Je déclare que le premier congrès sucrier est maintenant clos.

STELLA CLAVISQUE MARIS INDICI